การใช้ Lactobacillus และ Yeast ในกระบวนการหมักอ้อยต่อการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน ผลผลิตน้ำนม และคุณภาพน้ำนม

ธนโชติ ทองย้อย

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การใช้ Lactobacillus และ Yeast ในกระบวนการหมักอ้อยต่อการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน ผลผลิตน้ำนม และคุณภาพน้ำนม

ธนโชติ ทองย้อย

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การใช้ Lactobacillus และ Yeast ในกระบวนการหมักอ้อยต่อการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน ผลผลิตน้ำนม และคุณภาพน้ำนม"

ของ ธนโชติ ทองย้อย

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุบรรณ ฝอยกลาง)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพร อินเจริญ, ทศพร อินเจริญ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรกมล เลาห์รอดพันธ์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันดี ทาตระกูล)

อนุมัติ

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การใช้ Lactobacillus และ Yeast ในกระบวนการหมักอ้อยต่อการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน ผลผลิตน้ำนม และคุณภาพน้ำนม

ผู้วิจัย ธนโชติ ทองย้อย

ประธานที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพร อินเจริญ ทศพร อินเจริญ

กรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรกมล เลาห์รอดพันธ์

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วท.ม. สัตวศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566

คำสำคัญ ต้นอ้อยหมักหรืออ้อยหมัก Lactobacillus plantarum Lactobacillus fermentum Saccharomyces cerevisiae

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการใช้อ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์เพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโครีดนม การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการหมักอ้อยด้วยจุลินทรีย์ต่อคุณค่าทางโภชนะโดยใช้ต้นข้าวโพดหมัก, อ้อยหมัก และอ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* (SSLP) ที่ระดับ $1X10^7$ cfu/g *Lactobacillus fermentum* (SSLF) ที่ระดับ $1X10^7$ cfu/g และจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* (SSSC) ที่ระดับ $1X10^7$ cfu/g จากการศึกษาพบว่าอ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์ทุกชนิดมีปริมาณโปรตีนและความชื้นสูงกว่าอ้อยหมักแบบไม่เสริมเชื้อจุลินทรีย์ แต่ค่าโภชนะอื่นๆมีค่าใกล้เคียงกัน ศึกษาการย่อยได้ของ โภชนะของอาหารหยาบจากอ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในกระเพาะรูเมนด้วยวิธี Nylon bag technique ทำการประเมินการย่อยได้ของโภชนะในกระเพาะรูเมนของโคพันธุ์พื้นเมืองเจาะกระเพาะด้วย เทคนิคการย่อยได้โดยใช้ถุงไนล่อน โดยทำการทดสอบที่ชั่วโมงที่ 0 4 8 12 24 48 และ 72 จากการทดลอง พบว่าอ้อยหมักโดยไม่ใช้จุลินทรีย์ (SS) มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งมากกว่าทุกกลุ่มการทดลอง ($P<0.01$) การทดลองที่ 2 ผลของการใช้อ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์ ชนิดต่างๆต่อประสิทธิภาพให้น้ำนม คุณภาพน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคนม ใช้โคนมพันธุ์ ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน จำนวนวันให้นมเฉลี่ย 122±3 วัน จำนวน 20 ตัว แบ่ง การทดลองออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารข้น 18% โปรตีนร่วมกับต้นข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบ กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารข้น 18% โปรตีน ร่วมกับต้นอ้อยหมัก ส่วนกลุ่มที่ 3, 4, และ 5 ได้รับอาหารข้น 18% โปรตีนร่วมกับอ้อยที่หมักด้วยเชื้อ *Lactobacillus plantarum* (SSLP) ที่ระดับ $1X10^7$ cfu/g *Lactobacillus fermentum* (SSLF) ที่ระดับ $1X10^7$ cfu/g และจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* (SC) ที่ระดับ $1X10^7$ cfu/g ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าปริมาณน้ำนม ปริมาณน้ำนมปรับระดับไขมัน (4% FCM) และปริมาณน้ำนมที่ปรับระดับพลังงาน (ECM) ของแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ในด้าน

คุณภาพน้ำนม ปริมาณไขมันนม โปรตีนนม แล็กโตส ของแข็งในนม และปริมาณโซมาติกเซลล์ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) นอกจากนี้ผลกำไรพบว่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่ต้นทุนค่าอาหารของกลุ่มที่ใช้อ้อยหมักต่ำกว่า ทุกกลุ่มการทดลอง (P<0.01)

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการใช้อ้อยหมักหรืออ้อยหมักเชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้ทดแทนต้นข้าวโพดหมักในการเลี้ยงโคนมได้โดยไม่ส่งผลเสีย ต่อประสิทธิภาพการผลิต และการใช้อ้อยหมัก แต่สามารถลดต้นทุนค่าอาหารหยาบได้

Title THE USE OF LACTOBACILLUS AND YEAST FERMENTATION PROCESS OF SUGARCANE ON RUMEN FERMENTATION, MILK YIELD AND MILK QUALITY

Author Tanachot Tongyoy

Advisor Associate Professor Dr. Tossaporn Incharoen, Tossaporn Incharoen

Co-Advisor Assistant Professor Doctor Narakamol Laorodphan

Academic Paper M.S. Thesis in Animal Science - (Type A2), Naresuan University, 2023

Keywords Sugarcane Lactobacillus plantarum Lactobacillus fermentum Saccharomyces cerevisiae

ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the use of fermented sugarcane or sugarcane fermented with microorganisms as a roughage source for lactating cows. Experiment 1 studied the effects of fermenting corn silage, sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* (SSLP) at a level of $1X10^7$ cfu/g, *Lactobacillus fermentum* (SSLF) at a level of $1X10^7$ cfu/g, and *Saccharomyces cerevisiae* (SSSC) at a level of $1X10^7$ cfu/g on the nutritional value of the fermented sugarcane. It was found that the protein and moisture content of the sugarcane fermented with all three types of bacteria were higher than those of non-inoculated fermented sugarcane, but other nutritional values were similar. Experiment 2 studied the nutrient digestibility of fermented sugarcane using the Nylon bag technique in the rumen of fistulated Thai native bulls. The sample was incubated in rumen at 0, 4, 8, 12, 24, 48, and 72 hours. It was found that the digestibility of dry matter in the ensiled sugarcane without microorganisms (SS) was higher than all other experimental groups ($P<0.01$) In the two experiments, various types of microorganisms fermented with sugarcane were used to enhance the efficiency of milk production, milk quality, and economic returns of dairy cows. The cows used in the experiment were crossbred Holstein-Friesian and day in milk (DIM) of 122±3 days. The experiment was divided into five

groups: Group 1 was fed ensiled corn stalks as roughage; Group 2 was fed ensiled sugarcane as roughage; and Groups 3, 4, and 5 were fed sugarcane silage fermented with *Lactobacillus plantarum* (SSLP) at a level of $1X10^7$ cfu/g, *Lactobacillus fermentum* (SSLF) at a level of $1X10^7$ cfu/g, and *Saccharomyces cerevisiae* (SSSC) at a level of $1X10^7$ cfu/g, respectively. Each animal was fed with commercial concentrate feed for milking cows (18% crude protein). The milk yield, 6 milk fat percentage (4% FCM), and energy-corrected milk (ECM) of each experimental group were not significantly different ($P>0.05$). Furthermore, the milk quality; milk fat quantity, milk protein, lactose, and somatic cell count were not significantly different ($P>0.05$). In addition, there was no significant difference found in economic returns ($P>0.05$), but the cost of the fermented sugarcane group was lower than that of all other experimental groups ($P<0.01$). Therefore, it can be concluded that fermented sugarcane or sugarcane fermented with microorganisms can replace ensiled pineapple peel in fattening beef cattle and can be used as a substitute for ensiled corn stalks as roughage in milking cows.

From the results, it can be concluded that using fermented sugarcane or sugarcane fermented with microorganisms can be used as a substitute for corn silage in dairy cows without negatively affecting production efficiency. Additionally, using fermented sugarcane can reduce the cost of roughage feed.

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพร อินเจริญ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุตส่าห์สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.วันดี ทาตระกูล กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรกมล เลาห์รอดพันธ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า ขอขอบคุณแหล่งทุนจากโรงงานน้ำตาลลิน ที่มอบทุนสนับสนุนในการทำโครงการวิจัย ขอขอบคุณฟาร์มโคนมรัชชานนท์ฟาร์ม อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความกรุณาใช้โคนมในการศึกษาทดลองในครั้งนี้

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจบ้างไม่มากก็น้อย

ธนโชติ ทองย้อย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

ประกาศคุณูปการ.....ช

สารบัญ.....ซ

สารบัญตาราง.....ฎ

สารบัญภาพ.....ฐ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....1

1.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....2

1.4 สมมติฐานของการวิจัย.....2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 มาตรฐานฝูงโคนม.....3

2.2 อ้อย.....6

2.3 การถนอมพืชอาหารสัตว์.....6

2.4 กระบวนการหมักในอาหารหยาบหมัก.....7

2.5 ผลของการใช้อ้อยต่อผลผลิตของโครีดนม.....9

2.6 การปรับปรุงคุณภาพอาหารหยาบด้วยจุลินทรีย์.....10

2.7 แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค.....11

2.8 Lactobacillus plantarum 12

2.9 Lactobacillus fermentum.....13

3 ยีสต์ Saccharomyces cerevisiae.....13

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....15

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี Nylon bag technique ของอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด 15

3.1 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ 15

3.1.1 เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* (LP) 15

3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus fermentum* (LF).....16

3.1.3 เชื้อจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* (SC).....16

3.2 การเตรียมอ้อยและการหมักอ้อย.....17

3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี 20

3.3.1. วิธี Proximate analysis นำตัวอย่างไปอบแห้งโดยอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนกระทั่งมีน้ำหนักคงที่ แล้วนำตัวอย่างมาบด หลังจากนั้นแบ่งวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี (AOAC, 2000).....20

3.3.2. วิธี Van Soest method นำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด และ ลิกนิน (Van soest, 1994) 21

3.4 การวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี Nylon bag technique....21

3.5 วิธีวิเคราะห์สถิติ.....25

การทดลองที่ 2 การศึกษาปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบทางเคมีน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของผลผลิตน้ำนมในโครีดนม ที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด.....25

3.6 สัตว์ทดลอง การศึกษาปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของโภชนะ.....25

3.7 การศึกษาปริมาณน้ำนม องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของผลผลิตน้ำนม.....29

3.8 การวิเคราะห์ทางสถิติ.....30

3.9 สถานที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล.....31

บทที่ 4 ผลการวิจัย.....32

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี Nylon bag technique ของอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด.....32

4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด.....32

4.2 การวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี Nylon bag technique ของอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด.....33

การทดลองที่ 2 การศึกษาปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในโครีดนม ที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด.....34

4.3 การศึกษาปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของโภชนะ ในโครีดนมที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด.....34

4.4 ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในโครีดนม ที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด.....36

บทที่ 5 บทสรุป.....47

5.1 วิจารณ์ผล.....47

5.2 สรุปผลการวิจัย.....51

บรรณานุกรม.....52

บรรณานุกรม.....53

ภาคผนวก.....61

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี.....61

1. วิธี Proximate analysis นำตัวอย่างไปอบแห้งโดยอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนกระทั่งมีน้ำหนักคงที่ แล้วนำตัวอย่างมาบด หลังจากนั้นแบ่งวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี (AOAC, 2000).....61

อภิธานศัพท์.....65

ประวัติผู้วิจัย.....66

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 Chemical composition of sugar cane freshly cut, sugar cane silage and sugar cane bagasse 7

ตารางที่ 2 รายชื่อโคนมที่ใช้ในการทดลอง 27

ตารางที่ 3 Chemical compositions of experimental feed (as % dry matter).....33

ตารางที่ 4 ศึกษาการย่อยได้ของ Dry matter digestibility ของอ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในกระเพาะรูเมนด้วยวิธี Nylon bag technique 34

ตารางที่ 5 Feed intake (kg DM/d) and nutrient intake (kg/day) of lactating dairy cows fed with different silage types (number = 20) 36

ตารางที่ 6 Milk yield (kg/days), 4 %FCM and ECM of lactating dairy cows fed with different silage types (number = 20) 38

ตารางที่ 7 Milk composition of lactating dairy cows fed with different silage types (number = 20) 42

ตารางที่ 8 Average Milk prices (Baht / day) of lactating dairy cows fed with different silage types 46

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 เชื้อจุลินทรีย์ Lactobacillus plantarum 15
ภาพที่ 2 เชื้อจุลินทรีย์ Lactobacillus fermentum 16
ภาพที่ 3เชื้อจุลินทรีย์ Saccharomyces cerevisiae.....17
ภาพที่ 4 การสับต้นอ้อย 17
ภาพที่ 5 ต้นอ้อยสับ 18
ภาพที่ 6 การผสมต้นเชื้อกับต้นอ้อยสับ 18
ภาพที่ 7 การทำให้อาหารหมักอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจน 19
ภาพที่ 8 ต้นอ้อยหมัก.....19
ภาพที่ 9 โคพื้นเมืองเพศผู้เจาะกระเพาะฝังท่อ Rumen fistula 22
ภาพที่ 10 Nylon bag technique 24
ภาพที่ 11 การหย่อน Nylon bag technique 24
ภาพที่ 12 โคนม 26
ภาพที่ 13 การให้อาหารโคนม.....28
ภาพที่ 14 การเก็บตัวอย่างอาหาร 28
ภาพที่ 15 การรีดน้ำนม.....29
ภาพที่ 16 ตัวอย่างน้ำนม 30
ภาพที่ 17 การวิเคราะห์โปรตีนหยาบ 62
ภาพที่ 18 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน.....63

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีสัดส่วนการผลิตสูงถือว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ในประเทศไทย เพราะประเทศไทยมีการผลิตอ้อย 87,468,496 ตันต่อปี อยู่ในอันดับที่ 4 ของโลกโดยสถานการณ์พื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทยปีการผลิต 2565/2566 มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยรวมทั้งสิ้นจำนวน 11,398,823 ไร่ ซึ่งผลผลิตอ้อยปีการผลิต 2565/66 อยู่ที่ 9.93 ตันต่อไร่(สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2566) อ้อยเป็นพืชที่มีตลาดรับซื้อที่แน่นอน เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยจะได้รับจำนวนโควต้าส่งอ้อยเข้าโรงงานก่อนทำการผลิต โดยปฏิบัติตามพระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาล พ.ศ. 2527 ในขณะเดียวกันอ้อยที่เหลือจากการส่งเข้าโรงงาน หรือในแปลงอ้อยมีผลผลิตต่ำยังนำมาเป็นอ้อยอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นพืชอาหารสัตว์ทางเลือกใหม่สำหรับด้านปศุสัตว์โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง (โค กระบือ แพะ แกะ) เนื่องจากมีลักษณะเฉพาะที่ปลูกง่าย สามารถไว้ตอได้ไม่ต้องปลูกใหม่ทุกปี เก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง จากข้อมูลของ Montañez-Valdez et al. (2013) พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของต้นอ้อยมีวัตถุแห้ง (Dry matter: DM) 31.4% โปรตีนหยาบ (Crude protein: CP) 4.4% เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารซักฟอกที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber: NDF) 49.5% เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารซักฟอกที่เป็นกรด (Acid detergent fiber: ADF) 20.9% ซึ่งมีโภชนะเพียงพอต่อการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อีกทั้งยังสามารถพัฒนาคุณภาพของอ้อยทางเลือกให้มีความสามารถในการใช้ประโยชน์ (Feed utilization) ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ได้ เช่น การหมัก (Fermentation) การเสริมด้วยจุลินทรีย์ หรือ การผ่านกรรมวิธีในการให้ความร้อนด้วยวิธีต่าง ๆ ที่จะส่งผลให้สัตว์มีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากโภชนะต่าง ๆ ที่มีได้มากขึ้น และด้วยเหตุนี้จึงนำมาหมักร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* ที่มีคุณสมบัติในการผลิตกรดแลคติกเพียงอย่างเดียว เพื่อต้องการให้ pH ในช่วงการหมักลดลงอย่างรวดเร็วและยับยั้งการสูญเสียวัตถุแห้ง และเชื้อจุลินทรีย์อีกตัวที่น่าสนใจคือ *Lactobacillus fermentum* ที่เป็นแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก และผลิตกรดอื่น ๆ เช่น กรดอะซิติก (Carvalho et al., 2020) และยังสามารถเจริญเติบโตทั้งในระหว่างการหมักและภายหลังจากการสัมผัสกับอากาศได้อีกด้วย (Kristensen et al., 2010) อีกทั้งยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* จุลินทรีย์โปรไอติก ที่นิยมใช้ปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของ

อาหารสัตว์โดยการเพิ่มองค์ประกอบของโปตีน และการเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารเยื่อใย (Oboh et al., 2002) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum, Lactobacillus fermentum* และ *Saccharomyces cerevisiae* เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่เติมลงไปในเพื่อให้เป็นแนวทางในปรับปรุงประสิทธิภาพในการหมักเพื่อให้ได้อาหารหยาบหมักที่มีคุณภาพการหมักที่ดีสามารถเก็บไว้ได้นาน โดยที่มีการสูญเสียคุณค่าทางอาหารน้อยที่สุด และเพื่อประเมินผลผลิตน้ำนม คุณภาพน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมของโครยะให้นม

1.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1) เพื่อพัฒนาอาหารหยาบหมักจากอ้อยร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์เป็นอาหารหยาบหมักสำหรับโคนม

2) เพื่อศึกษาอาหารหยาบหมักจากอ้อยร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์เป็นอาหารหยาบหมักเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิตน้ำนมของโครยะให้นม

3) เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตอาหารหยาบหมักจากอ้อยร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ ต่อการลดต้นทุนการผลิตน้ำนมดิบ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

สิ่งทดลอง ต้นอ้อย อายุ 12 เดือน ที่ผ่านเครื่องสับให้มีขนาดประมาณ 1 นิ้ว

การทดลอง การปรับปรุงคุณภาพของอ้อยด้วยจุลินทรีย์ 3 ชนิด *Lactobacillus plantarum, Lactobacillus fermentum* และ *Saccharomyces cerevisiae*

สถานที่ทดลอง ฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่

ช่วงเวลาที่วิจัย มกราคม - ธันวาคม 2564

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

การใช้อ้อยหมักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพเพื่อเป็นอาหารหยาบแก่สัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยวิธีการหมักร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์จะทำให้อ้อยหมักมีคุณภาพดีขึ้น และช่วยในการย่อยได้ของโภชนะให้สูงขึ้น ซึ่งโคนมจะได้รับโภชนะต่าง ๆ เพียงพอเพื่อการผลิตน้ำนม อาหารหยาบที่มีคุณภาพสูงมากขึ้น ถึงแม้ว่าอาหารข้นจะมีราคาต่อกิโลกรัมที่สูง หากเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำนมในปริมาณที่เท่ากัน จะใช้ปริมาณอาหารข้นในปริมาณที่น้อยกว่า ทำให้ค่าอาหารข้นต่อปริมาณน้ำนมดิบ 1 กิโลกรัม ต่ำกว่า และช่วยลดต้นทุนการผลิตต่อน้ำนมดิบได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาตรฐานฝูงโคนม

ฝูงโคนมระยะต่าง ๆ ในฟาร์มควรมีการคัดเลือกและปรับให้เป็นฝูงมาตรฐานตามเป้าหมายจำนวนแม่โค เพื่อให้เป็นฝูงโคมาตรฐาน (Ideal herd) ดังนี้

- ฝูงโคทดแทน (ลูกโคเพศเมีย -โคสาวท้อง) มีจำนวนประมาณ 90 % ของแม่โค
- รายละเอียดฝูงโคทดแทนระยะต่าง ๆ (90 % ของแม่โค) จำแนกได้ ดังนี้
  - ลูกโคอายุ 0-12 เดือน มีจำนวน 35 - 40 % ของแม่โค
  - โคสาว 1 ปี ถึงผสมพันธุ์ มีจำนวน 30 - 35 % ของแม่โค
  - โคสาวท้อง มีจำนวน 20 - 25 % ของแม่โค
- สัดส่วนโครีดนมและโคแห้งนมเฉลี่ยตลอดปี
  - แม่โครีดนมเฉลี่ยตลอดปีมากกว่า 62 %
  - แม่โคแห่งนมเฉลี่ยตลอดปีน้อยกว่า 38 %

จำนวนโคนมทดแทนระยะต่าง ๆ ในฟาร์ม (Herd Composition)

จำนวนโคนมระยะต่าง ๆ ในฝูงโคที่เหมาะสม ควรมีจำนวนโคนมตามฝูงมาตรฐาน (Ideal Herd) เพื่อให้แม่โคที่คัดออกจากฝูง และโคทดแทนหมุนเวียนทดแทนกันได้อย่างสมดุลย์

ฝูงมาตรฐาน (Ideal Herd)

หมายถึงจำนวนโคนมในฟาร์มที่มีแม่โคและโคทดแทนได้สัดส่วนกัน ซึ่งจะทำให้มีรายได้จากน้ำนมดิบพอเพียงสำหรับเลี้ยงโคทดแทนระยะต่าง ๆ และยังมีเหลือเป็นรายได้ถ้าในฟาร์มมีจำนวนโคทดแทนมากเกินไปจะทำให้มีจำนวนเงินจากการขายน้ำนมดิบเหลือน้อยในแต่ละเดือน (เปรียบเสมือนขาดทุน หรือกำไรน้อยแต่จริง ๆ แล้วมูลค่าเงินสะสมอยู่ในตัวโคทดแทนที่เติบโตขึ้น) ในทางตรงข้ามถ้ามีจำนวนแม่โคมากแต่มีจำนวนโคทดแทนน้อยจะทำให้ฟาร์มนั้น ๆ มีเงินจากการขายน้ำนมดิบเหลือจำนวนมากในแต่ละเดือนแต่ในปีต่อ ๆ ไปถ้าไม่มีการซื้อโคทดแทนมาเพิ่มและแม่โคที่มีอยู่อายุมากผลผลิตจะลดลงเรื่อย ๆ ทำให้มีรายได้ต่ำกว่าปีที่ผ่านมา ซึ่งจำนวนโคนมทดแทนในฟาร์มที่ผลิตได้ในแต่ละปีขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

1.) ช่วงห่างของการให้ลูก (Calving interval)

2.) เปอร์เซ็นต์แม่โคที่คัดออกในแต่ละปี

3.) อายุให้ลูกตัวแรกของโคสาว (Age at first calving)

4.) อัตราการตายและจำนวนโคสาวที่ขายคัดออก

สำหรับในประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้น พบว่า มีค่าเฉลี่ยช่วงห่างการให้ลูกประมาณ 450 วัน (หรือ open day 170 วัน) มีการคัดแม่โคออกประมาณ 15-20 % โคสาวอายุคลอดลูกตัวแรกไม่เกิน 30 เดือน

ปัญหาจากอาหารและการให้อาหารไม่เพียงพอ

เป็นปัญหาที่สำคัญอันดับหนึ่งที่มีผลกระทบต่อโคทดแทน สาเหตุการให้อาหารไม่เพียงพอเนื่องจากความผันแปรของอาหารหยาบ เช่น คุณภาพและปริมาณของหญ้าสด พืชหมัก หญ้าแห้ง ตลอดจนวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและโรงงานมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอและไม่พอเพียง รวมทั้งการให้อาหารข้นทั้งคุณภาพและปริมาณไม่สอดคล้องและพอเพียงกับคุณภาพและปริมาณอาหารหยาบที่เปลี่ยนไป มีผลทำให้การเจริญเติบโตของโคทดแทนต่ำลง หรือปัญหาที่เกิดจากการเลือกใช้ปริมาณโปรตีนในอาหารข้นไม่พอเพียงจะมีผลต่อการลดการสร้างฮอร์โมนที่เรียกว่า “Growth hormone” ซึ่งจะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและพัฒนาของต่อมน้ำนมโดยการไปเพิ่มจำนวนไขมันในต่อมน้ำนม สาเหตุหลักของปัญหานี้อาจเกิดจากการขาดความรู้ความเข้าใจเอกสารภาษาอังกฤษซึ่งเขียนความต้องการอาหาร (Diets หรือ Ration) ของโคสาว (Growing heifers) ตามมาตรฐาน NRC (2001) ควรมีโปรตีนประมาณ 12-16 % แต่แปรความหมายผิดโดยมักเข้าใจว่าอาหาร (Diets หรือ Ration) ในที่นี้หมายถึงอาหารข้น (Concentrates feed) จึงมีการแนะนำให้ใช้อาหารข้นที่มีโปรตีน 12 % , 14 % หรือ 16 % ใช้เลี้ยงโคหย่านมหรือโคสาวกันอย่างแพร่หลายทั้ง ๆ ที่อาหารหยาบที่ใช้คือ หญ้าที่มีคุณภาพต่ำ (โปรตีน 13 5-6 % ของน้ำหนักแห้ง) หรือ ฟางข้าว เป็นต้น เมื่อรวมโปรตีนในอาหารข้นและอาหารหยาบแล้วยังไม่เพียงพอกับความต้องการโปรตีนของโค จึงทำให้โคสาวได้รับโปรตีนในอาหารไม่พอเพียง (ถ้าใช้อาหารหยาบคุณต่ำจำเป็นต้องใช้อาหารข้นที่มีโปรตีน 18 % จำนวน 2-4 กิโลกรัม โคจึงจะได้รับโปรตีนในอาหารรวม (Diets หรือ Ration) ประมาณ 12-16 % ตามคำแนะนำมาตรฐาน NRC (2001) ดังนั้นการจัดกลุ่มโคสาวตามขนาดและอายุจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้โคสาวแต่ละตัวได้กินอาหารตามความต้องการ

ปัญหาด้านสุขภาพของโคทดแทน

โรคพยาธิทางเดินอาหาร เป็นปัญหาที่สำคัญหรือมักเกิดร่วมกับการให้อาหารที่ไม่ถูกต้อง ในกรณีที่ เลี้ยงโคบนคอกดินควรมีการถ่ายพยาธิทางเดินอาหารอย่างสม่ำเสมอปีละ 1-2 ครั้ง รวมทั้งโรคพยาธิในเลือด (Blood parasites) ที่สำคัญ ได้แก่โรคอะนาพลาสโมซีส (Anaplasmosis) โรคไข้เยี่ยวแดง (Babesiosis) และโรคไทเลอริโอซีส (Theileriosis) ซึ่งมีแมลงดูดเลือดและเห็บเป็นพาหะ โดยสังเกตภายนอกจะพบว่าโคผอม โตช้า ขนหยอง เยื่อเมือกบริเวณช่องคลอดซีดกว่าปกติ ซึ่งอาจต้องมีการควบคุมเห็บและแมลงดูดเลือดควบคู่ไปกับ การเจาะเลือดป้ายแผ่นกระจก (Slide) ส่งตรวจ ควรมีการวางแผนควบคุมโรคในช่วงฤดูฝนที่มีโรคชุกชุม

ผลกระทบต่อการเลี้ยงโคทดแทนเมื่อให้อาหารมากเกินความต้องการ (Over feeding)

ควรหลีกเลี่ยงการเร่งการเจริญเติบโตในโคสาว โดยเฉพาะในระยะก่อนวัยเจริญพันธุ์ (Pre-puberty) คือ อายุ3-9 เดือน อัตราการเจริญเติบโตไม่ควรเกิน 1,000 กรัม/วัน การให้อาหารที่มีพลังงานสูงเกินไป เพื่อเร่งการเจริญเติบโต ทำให้เกิดผลเสียหายต่อการเจริญและการพัฒนาต่อมน้ำนม ทำให้ระบบเต้านมมีเซลล์สร้างน้ำนม ปริมาณน้อยกว่าเซลไขมัน

การจัดการทั่วไป

1. ทำเครื่องหมายโคแบบถาวร ด้วยการตีเบอร์ร้อน หรือเบอร์เย็น ในช่วงอายุ3-6 เดือน
2. จัดฝูงโคตามขนาดหรือน้ำหนักใกล้เคียง โคในฝูงไม่ควรมีน้ำหนักแตกต่างกันเกิน 50 กิโลกรัม
3. หลังหย่านม ทำการถ่ายพยาธิและทำวัคซีนป้องกันโรค ตามโปรแกรมสุขภาพสัตว์ประจำปี
4. ชั่งน้ำหนักโคประจำทุกเดือน และประเมินคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย (Body Condition Scoring) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการให้อาหาร
5. โคเพศเมียเริ่มผสมพันธุ์เมื่ออายุ 18 เดือน หรือน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 280 กิโลกรัม โคสาวหากทำการผสมเทียม 3ครั้งแล้วยังผสมไม่ติด ควรให้สัตวแพทย์ตรวจสอบความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์
6.การคัดเลือกโคทดสอบเพศผู้ เพื่อใช้เป็นพ่อพันธุ์ควรคัดเลือกโคนมเพศผู้ที่เกิดจากแม่โคที่มีประวัติการให้ผลผลิตสูงและมีค่าทางพันธุกรรมที่ดี
7.โครุ่น ควรมีพื้นที่ปล่อยลานประมาณ 4 ตารางเมตรต่อตัว

2.2 อ้อย

การจำแนกทางอนุกรมวิธาน

อ้อยจัดอยู่ในสกุล (Genus) *Saccharum* วงศ์ (Family) Poaceae (ชื่อเดิม Gramineae) ได้แก่ หญ้าที่มีลำต้นเป็นข้อ และปล้อง มีการจำแนกดังนี้

Kingdom: Plantae

Division: Magnoliophyta

Class: Liliopsida

Order: Poales

Familly: Poaceae

Genus: *Saccharum*

สำหรับอ้อยที่ใช้ปลูกในปัจจุบัน เพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลทั่วโลกที่เรียกว่า Noble cane หรือ Sugarcane มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharum officinarumb* อ้อยมีระบบรากฝอย (Fibrous root system) แผ่กระจายออกโดยรอบลำต้นในรัศมีประมาณ 50 - 100 เซนติเมตร ลึก 100 - 150 เซนติเมตร ลำต้นของอ้อยประกอบด้วยข้อ และปล้องจำนวนมาก อ้อยที่ตัดเมื่ออายุ 12 เดือน จะมีปล้อง 20 - 30 ปล้องเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณเดือนละ 3 ปล้อง โดยทั่วไปมีสีแตกต่างกันตั้งแต่สีเขียวอ่อนจนถึงสีม่วงแก่เกือบดำ สีต่าง ๆ เหล่านั้นเกิดจากรงควัตถุ (Pigments) ที่เป็นพื้นฐาน 2 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ที่มีสีเขียว และ แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ที่มีสีแดง นอกจากนี้ก็อาจมีรงควัตถุอื่น ๆ ปนอยู่อีก เช่น รงควัตถุสีเหลืองหรือส้ม ได้แก่ คาโรทินอยด์ (Carotinoid) และ แซนโทฟิลล์ (Xanthopyll) เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม (กรมวิชาการเกษตร, 2565)

2.3 การถนอมพืชอาหารสัตว์

การถนอมพืชอาหารสัตว์ (Forage preservation) หมายถึง การเก็บเกี่ยวพืชอาหารสัตว์ทั้งจากพืชตระกูลหญ้าและพืชตระกูลถั่วในระยะที่เหมาะสมแล้วนำมาเก็บรักษาเพื่อป้องกันการเน่าเสียและรักษาคุณค่าทางโภชนาการให้คงอยู่ จากการค้นคว้าพบว่าการเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์โดยทั่วไปมี 2 วิธี การการทำพืชอาหารสัตว์แห้ง และการทำพืชอาหารสัตว์หมัก (ภัทยา นาปะเสริฐ, 2560) ดังแสดงในตาราง 1

ตารางที่ 1 Chemical composition of sugar cane freshly cut, sugar cane silage and sugar cane bagasse

Item	Sugar cane freshly cut[1]	Sugar cane silage[1]	Sugar cane silage[2]	Sugar cane bagasse[3]
Chemical composition (%DM basis)				
Dry matter	26.6	28.9	26.1	91.5
Organic matter	-	-	-	93.2
Crude protein	2.9	1.9	4.1	2.7
Ash	2.4	12.6	-	-
Ether extract	2.5	3.5	2.0	-
Neutral detergent fiber	58.9	47.0	64.9	73.9
Acid detergent fiber	-	-	45.2	69.9
Lignin	8.2	6.0	10.9	10.3
Total digestible nutrients	59.1	57.6	-	-

ที่มา: [1] **:** Lombardi et al. (2016); [2]: ฉัตรชัย และคณะ (2562); [3] : Gunun et al. (2016)

2.4 กระบวนการหมักในอาหารหยาบหมัก

ระยะเวลาระหว่างกระบวนการหมักจะเกิดขึ้นช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับการทำงานของจุลินทรีย์ที่อยู่ที่เซลล์พืช และปริมาณอากาศที่หลงเหลือภายหลังการนำพืชหมักเข้าภาชนะหมัก โดยขั้นตอนระหว่างการหมักประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ กระบวนการที่ต้องใช้ออกซิเจน (Aerobic phase) และกระบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic phase) ซึ่ง Seglar (2003) แบ่งออกเป็น 5 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1: ระยะที่มีออกซิเจน จะเริ่มตั้งแต่การตัดพืชและการบรรจุใส่ในภาชนะ ยังเป็นระยะที่จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนสามารถเจริญเติบโตได้ จึงมีผลทำให้มีปริมาณของออกซิเจนในภาชนะ ลดลง ซึ่งระยะนี้มีคุณสมบัติที่เด่นชัด คือ การที่มีค่า pH ลดลงและอุณหภูมิของพืชหมักที่เพิ่มขึ้น เกิดจากการที่ยังมีการหายใจของเซลล์อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและความร้อน

ระยะนี้มีความสำคัญมากหากมีการบรรจุที่ไม่สนิท จะทำให้คุณภาพของการหมักไม่ดี เพราะว่ามีการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่ใช้ออกซิเจนทำให้เกิดการเน่าเสียได้

ระยะที่ 2: ระยะที่มีการผลิตกรดอะซิติก จะเกิดขึ้นเวลาไม่เกิน 24-72 ชั่วโมงหลังปิดภาชนะ โดยจะมีการใช้ออกซิเจนจนหมด มีแบคทีเรียกกลุ่ม Enterobacteria เป็นแบคทีเรียกลุ่มหลัก ซึ่งสามารถทนต่อความร้อนและค่า pH ที่ลดลงจากกลุ่มที่ใช้ออกซิเจนได้ ขั้นตอนนี้จะได้ผลผลิต คือ กรดอะซิติคและกรดแลคติก โดยการเกิดจากกลุ่ม Heterofermenters จะทำให้เกิดการสูญเสียทางโภชนะมากกว่าจุลินทรีย์ในกลุ่ม Homofermenters อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับการเก็บเกี่ยว ความชื้นและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียด้วย

ระยะที่ 3: ระยะที่มีการผลิตกรดแลคติก โดยทั่วไปจะใช้เวลาเพียง 24 ชั่วโมง ระยะเวลานี้ Homofermenters จะมีประสิทธิภาพการทำงานมากกว่า Heterofermenters ทำให้อุณหภูมิลดลงและค่า pH ของอาหารหมักลดลงอย่างรวดเร็ว โดยจะเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำเป็นกรดแลคติก ทำให้มีปริมาณของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นและจะเปลี่ยนไปยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ

ระยะที่ 4: ระยะที่ pH ลดลง ต่อเนื่องมาจากระยะที่ 3 อุณหภูมิของอาหารหมักจะเสถียรภาพ ค่า pH จะลดลงจนถึงจุดต่ำสุด ทำให้จุลินทรีย์ Homofermentative ยับยั้งจุลินทรีย์ทุกชนิดแม้กระทั่งตัวเอง ทำให้ปริมาณของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกลดลง โดยค่า pH ที่ลดลงนี้จะช่วยการเก็บรักษาในการหมัก แต่ค่า pH ที่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารสัตว์และปริมาณความชื้นของอาหารด้วยเช่นกัน

ระยะที่ 5: ระยะคงที่ของพืชหมัก กระบวนการหมักจะเสถียรภาพ เนื่องจาก pH ลดลงจนคงที่ ทำให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ และยับยั้งตัวมันเอง กระบวนการหมักจึงเข้าสู่การเสถียรภาพ

แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกที่เกี่ยวข้องกับการหมัก ได้แก่ *Lactobacillus, Pediococcus, Leuconostoc, Enterococcus, Lactococcus* และ *Streptococcus* แบคทีเรียเหล่านี้สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 5 ถึง 50 องศาเซลเซียส ทำให้พืชหมักมีค่า pH เท่ากับ 3-5 ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของอาหารหยาบที่ใช้ด้วยเช่นกัน

จะเห็นได้ว่าการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการจะเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บไม่ว่าจะถนอมพืชอาหารสัตว์ในรูปแบบหมักหรือแบบแห้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัยประกอบกัน เช่นกระบวนการเมแทบอลิซึมภายหลังการเก็บเกี่ยว และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บ ทั้งนี้นักวิจัยได้พยายามศึกษา

ค้นคว้ากรรมวิธีในการถนอมพืชอาหารสัตว์เพื่อให้สามารถรักษาคุณค่าทางโภชนาการในพืชอาหารสัตว์ให้คงอยู่มากที่สุด

การเก็บหญ้าหรือถั่ว โดยนำมาทำให้แห้ง โดยมีความชื้นประมาณไม่เกิน 15% โดยกรรมวิธีใด ๆ ก็ตาม ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้แสงแดดในการทำให้แห้ง พืชอาหารสัตว์ที่เหมาะสำหรับทำหญ้าแห้งควรมีลำต้นเล็ก และอ่อน มีใบมาก เช่น หญ้ารูซี่ หญ้าแพงโกล่า หญ้าโร้ดหญ้าพลิแคทูลั่ม ถั่วฮามาต้า ถั่วท่าพระสไตโล ถั่วคาวาลเคด และถั่วไมยรา การทำหญ้าแห้ง ควรทำในช่วงที่มีแสงแดดพอเพียงโดยการตัดหญ้าในช่วงที่กำลังออกดอก จะได้หญ้าที่มีคุณค่าทางอาหารสูงที่สุดและได้หญ้าแห้งที่มีคุณภาพดีด้วย เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ เครื่องตัดหญ้า เครื่องคราดหญ้าและเครื่องอัดฟ่อนหญ้า โดยตัดหญ้าตากแดดประมาณ 1-2 แดด แล้วจึงใช้เครื่องคราดหญ้าให้เป็นแถวตากอีก 1 วัน แล้วจึงใช้เครื่องอัดฟ่อนหญ้า อัดเป็นฟ่อนประมาณ 15-20 กก./ฟ่อน แล้วตากอีก 1-2 แดด แล้วค่อยขนไปเก็บไว้ในโรงเก็บ หญ้าแห้งคุณภาพดีจะยังคงมีสีเขียว กลิ่นหอม ไม่แข็งกระด้าง มีโปรตีนประมาณ 9-10% ซึ่งเมื่อเทียบกับฟางข้าว จะมีโปรตีน 1-2% เท่านั้น โคจะกินหญ้าแห้งประมาณ 2.5% ของน้ำหนักตัว

2.5 ผลของการใช้อ้อยต่อผลผลิตของโครีดนม

หากพิจารณาถึงศักยภาพการย่อยได้ทางโภชนะของต้นอ้อยหมักพบว่ามีนักวิจัยได้ พบว่าการใช้ต้นอ้อยเป็นอาหารเพียงอย่างเดียวมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งประมาณ 56.7 % (Kawashima et al., 2002) ซึ่งใกล้เคียงกับการย่อยได้หญ้าเนเปียร์แคระอายุ 60 วัน ที่มีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง 60.5% (แพรวพรรณ เครือมังกร และคณะ, 2556) และใกล้เคียงกับการย่อยของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุ 60 ที่มีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง 53.9% (ธิดารัตน์ กันฮะ และคณะ, 2558) แต่ในการใช้จริงจำเป็นต้องมีการเสริมแหล่งของโปรตีนและพลังงานอื่นๆเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของโภชนะ เพราะการใช้อ้อยอย่างเดียวทำให้ได้รับพลังงานและโปรตีนไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายสัตว์ (Kawashima et al., 2002) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบการใช้ต้นอ้อยหมักกับต้นข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมครบส่วน (Total mixed ration; TMR) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของโคขุน (Roman et al., 2011) เมื่อมีการหมักอ้อยด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus buchneri* สายพันธุ์ 40788 ที่ความเข้มข้น 5×10^4 cfu/g, 1×10^5 cfu/g หรือ 1×10^5 cfu/g ร่วมกับเอนไซม์ที่ย่อยเยื่อใยส่งผลทำให้โคขุนมีปริมาณการกินได้ที่วัตถุแห้ง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าการใช้อ้อยหมักเพียงอย่างเดียว หรือการใช้อ้อยหมักด้วย *Lactobacillus hilgardii* ที่ความเข้มข้น 5 log cfu/g มีผลทำให้มีแนวโน้ม

เพิ่มปริมาณน้ำนม รวมถึงช่วยเพิ่มปริมาณไขมันนม โปรตีนนม แล็กโตสและของแข็งในน้ำนมได้เมื่อเทียบกับอ้อยหมักเพียงอย่างเดียว แต่การเสริม *Lactobacillus hilgardii* ไม่ส่งผลเสียต่อการย่อยได้ของโภชนะ

2.6 การปรับปรุงคุณภาพอาหารหยาบด้วยจุลินทรีย์

เป็นการเพิ่มคุณภาพของอาหารหยาบด้วยการใช้จุลินทรีย์ ทั้งที่อยู่ในรูปของจุลินทรีย์ชนิดเดียวและจุลินทรีย์ผสมหลายชนิด การเลือกใช้จุลินทรีย์ที่มาปรับปรุงคุณภาพขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์เฉพาะ ได้แก่ เพื่อเร่งกระบวนการหมัก เพิ่มปริมาณโปรตีน และลดปริมาณเยื่อใย เพราะจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีคุณสมบัติและต้องการสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนั้น การนำจุลินทรีย์มาใช้ร่วมกันต้องคำนึงถึงชนิดของอาหารหยาบที่นำมาใช้ อาหารของจุลินทรีย์ สภาพแวดล้อมที่จุลินทรีย์ต้องการกระบวนการหมัก (ใช้อากาศหรือไร้อากาศ) รวมถึงการแก่งแย่งหรือส่งเสริมกันของจุลินทรีย์ ในกรณีของการใช้จุลินทรีย์เพื่อเร่งกระบวนการหมักพืชอาหารสัตว์ นิยมใช้แบคทีเรียประเภทผลิตกรดแล็กติก (Lactic acid bacteria; LAB) ซึ่งจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้จะใช้คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ (Soluble carbohydrate) ที่มีอยู่ในอาหารหยาบเปลี่ยนให้กลายเป็นกรดแล็กติกภายใต้สภาวะไร้อากาศ สาเหตุหลักที่มีการใช้ LAB มาช่วยในการหมักเนื่องจากในกระบวนการหมักพืชอาหารสัตว์จำเป็นต้องเกิดกรดแล็กติกอย่างรวดเร็ว เพื่อลดการสูญเสียของโภชนะ โดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติบางชนิดได้แก่ Clostridia, Yeasts, Molds, and Fungi จะเจริญเติบโตและใช้ประโยชน์จากสารอาหารในพืชอาหารสัตว์ โดยจะทำให้เกิดการเน่าเสียของพืช รวมถึงจะทำการย่อยสลายโปรตีนที่อยู่ในพืชด้วยเช่นกัน การใช้ LAB จะทำให้เกิดกรด ซึ่งจะทำให้จุลินทรีย์อื่น ๆ ถูกยับยั้งการเจริญเติบโตหรือตาย ทำให้สารอาหารที่มีอยู่ในพืชยังคงสภาพเดิมไว้ อีกทั้งจุลินทรีย์กลุ่ม LAB จะช่วยเร่งหรือเพิ่มระยะเวลาในการหมักให้เร็วขึ้นและมีสภาพคงที่เร็วส่งผลให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาพืชหมักได้ยาวนานขึ้น (Weinberg et al., 1993) โดยส่วนใหญ่มักมีการใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์ในการเสริมในพืชหมัก มีการนำ LAB สายพันธุ์ *L. plantarum* DSM 19457 มาใช้ในพืชอาหารสัตว์เพื่อช่วยในการรักษาสภาพของกระบวนการหมักของพืชอาหารสัตว์ทำให้มีสภาพการเป็นกรด เนื่องจากมีการผลิตกรดบิวทิริกและกรดอะซิติกในปริมาณที่มาก (Aragon et al., 2012) นอกจากนี้ยังมีการนำ LAB สายพันธุ์ *Lactobacillus plantarum* BCC 65951 มาหมักในพืชอาหารสัตว์ทำให้มีปริมาณวัตถุแห้งและโปรตีนในพืชอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น เนื่องจาก *L. plantarum* ช่วยลดการสลายตัวของโปรตีนในกระบวนการหมัก (นริสรา คงสุข และคณะ, 2560)

2.7 แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค

แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค (Lactic acid bacteria : LAB) เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค จัดอยู่ในตระกูล Lactobacillaceac เป็นพวกแกรมบวกไม่สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นท่อนยาวท่อนสั้น หรือเกาะกันเป็นสายยาว รูปร่างของเซลล์จะเปลี่ยนแปลงไปตามสิ่งแวดล้อม ในการเจริญเติบโตส่วนใหญ่ต้องการอากาศเพียงเล็กน้อย บางชนิดเป็นพวกที่ไม่ต้องการอากาศเลย เนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่ต้องการพลังงานจากการหมักน้ำตาลโดยไม่ใช้ออกซิเจน ความต้องการอาหารค่อนข้างสลับซับซ้อน ใช้กรดอะมิโนเป็นแหล่งไนโตรเจนและเจริญได้ดีในอาหารที่มีสารช่วยในการเจริญเติบโตหรือวิตามินต่าง ๆ ส่วนใหญ่ต้องการสารอนินทรีย์ในปริมาณค่อนข้างสูงและต้องการอาหารที่มีน้ำตาล หรือคาร์โบไฮเดรตหมักได้ สามารถทนกรดได้ดี

ชนิดของแบคทีเรีย ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก ได้แก่ *Lactobacillus, Pediococcus*, *Leuconostoc, Enterococcus, Lactococcus* และ *Streptococcus* แบคทีเรียเหล่านี้สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 5 ถึง 50 องศาเซลเซียส สามารถทำให้พืชหมักมีค่า pH เท่ากับ 4-5 ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของพืชที่ใช้ LAB ทุกชนิดสามารถเจริญได้ทั้งในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน (Obligative anaerobic) และมีก๊าซออกซิเจน (Facultative anaerobic) แบคทีเรียสร้างพลังงานจากการหมักคาร์โบไฮเดรต เกิดกรดแลคติกจากปฏิกิริยาได้ 2 ทาง คือ Homo-fermentative lactic acid bacteria ผลผลิตที่ได้มีเพียงแลคเตทเพียงอย่างเดียว และ Hetero-fermentative lactic acid bacteria ผลผลิตที่ได้มีแลคเตทร่วมกับสารอื่นในปริมาณใกล้เคียงกัน (สมใจ ศิริโภค, 2537)

1.) Homo-fermentative lactic acid bacteria เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกได้ในปริมาณร้อยละ 85 หรือมากกว่าจากการหมักคาร์โบไฮเดรต แบคทีเรียในกลุ่มนี้จะหมักน้ำตาลกลูโคส 1 โมล เป็นกรดแลคติก 1.8 โมล และได้กรดอะซิติก เอทานอล และ คาร์บอนไดออกไซด์เล็กน้อย

2.) Hetero-fermentative lactic acid bacteria เป็นแบคทีเรียที่หมักคาร์โบไฮเดรต เช่น น้ำตาลกลูโคส ให้กรดแลคติก ประมาณ ร้อยละ 50 นอกนั้นให้กรดอะซิติก แอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะหมักน้ำตาลกลูโคส 1 โมล แล้วสร้างกรดแลคติกได้น้อยกว่า 1.8 โมล

ในปัจจุบันได้มีการจำแนกออกเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม (จันทกานต์ อรณนันท์, 2547) คือ

1.) แบคทีเรียพวกที่หมักแล้วได้ผลผลิตเป็นกรดแลคติคเพียงอย่างเดียวในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (Obligative homofermenters) แบคทีเรียในกลุ่มนี้สามารถผลิตกรดแลคติคได้มากกว่า 85% ได้แก่ *P. damnosus* และ *L. ruminis*

2.) แบคทีเรียพวกที่หมักแล้วให้ผลผลิตเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และVFA ได้ ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (Facultative heterofermenters) แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถผลิตกรดแลคติคและกรดอะซิติก ได้แก่ *L. Plantarum, L. pentosus, P. acidilactici, P. pentosaceus* และ *E. faecium*

3.) แบคทีเรียพวกที่หมักแล้วให้ผลผลิตเป็นกรดแลคติค ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และกรดอะซิติกหรือเอธานอลได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (Obligative heterofermenters) ได้แก่ แบคทีเรียในกลุ่มของ *Leuconostoc* และกลุ่มของ *Lactobacillus* บางชนิด เช่น *L.brevis* และ *L. buchneri*

2.8 Lactobacillus plantarum

แบคทีเรีย *Lactobacillus plantarum* มีความสามารถในการแข่งขันกับแบคทีเรียที่อิงอาศัยในพืชได้ดี เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และสามารถเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูง เมื่อนำใช้หมักกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 พบว่า ต้นเชื้อ *L. plantarum* BCC 65951 ในปริมาณเริ่มต้น 10^7 cfu/g ของหญ้าสด สามารถช่วยเร่งกระบวนการหมักและยังยืดอายุการเก็บรักษาคุณภาพหญ้าหมักได้นาน 6 เดือน โดยยังคงรักษาคุณภาพของการเป็นพืชหมักที่ดีเอาไว้ได้ (เวทชัย เปล่งวิทยา, 2558)

จากงานวิจัยของศูนย์พันธุวิศวกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ซึ่งได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในระหว่างกระบวนการหมักอ้อยอาหารสัตว์แบบธรรมชาติโดยวิธี Repetitive sequence-based PCR (rep-PCR) พบว่า กลุ่มของเชื้อ LAB มีความหลากหลายและแตกต่างกันในแต่ละช่วงของการหมักอ้อยอาหารสัตว์ อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มของแบคทีเรีย *L. plantarum* เป็นชนิดที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการหมัก นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของเชื้อกลุ่มหลักในกระบวนการหมักอ้อยอาหารสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดที่พบในแต่ละช่วงเวลาของการหมัก โดยภายหลังการหมักอ้อยอาหารสัตว์เป็นเวลา 14 วัน พบว่า กลุ่มจุลินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลงจากกลุ่ม Facultatively

homofermentative ซึ่งเป็นกลุ่มที่ผลิตกรดแลคติคได้ดีไปเป็นกลุ่ม Heterofermentative ซึ่งสามารถผลิตได้ทั้งกรดแลคติก และอะซิติก จึงทำให้ปริมาณกรดอะซิติกเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า pH เพิ่มสูงขึ้น และคุณภาพของการเป็นพืชหมักลดลง นอกจากนี้ได้คัดเลือกต้นเชื้อ *L. plantarum* สายพันธุ์ที่เหมาะสมที่แยกได้จากอ้อยอาหารสัตว์หมักแบบธรรมชาติ พร้อมทั้งทำการศึกษาผลของการเติมต้นเชื้อบริสุทธิ์ดังกล่าวในอ้อยอาหารสัตว์หมักพบว่าสามารถป้องกันการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดอะซิติกได้ ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาอ้อยหมักได้อย่างน้อย 6 เดือนโดยยังคงรักษาคุณภาพของการเป็นพืชหมักที่ดีเอาไว้ได้ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ได้ทำการคัดเลือกต้นเชื้อบริสุทธิ์จากอ้อยอาหารสัตว์ พบว่าการใช้ต้นเชื้อบริสุทธิ์เพื่อหมักอ้อยอาหารสัตว์ ทำให้พืชหมักที่ได้มีคุณภาพสม่ำเสมอขึ้น และเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น กล่าวคือจะทำให้พืชหมักมีกรดแลคติคสูงขึ้น และกรดอะซิติกลดลงเมื่อเทียบกับการหมักแบบธรรมชาติ โดยความแตกต่างนี้จะเห็นได้อย่างชัดเจนหลังจากเก็บอ้อยอาหารสัตว์หมักไว้เป็นเวลา 3-6 เดือน (เวทชัย เปล่งวิทยา, 2558)

2.9 Lactobacillus fermentum

Lactobacillus fermentum เป็นแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกที่จัดอยู่ในกลุ่ม Heterofermentative bacteria จึงสามารถผลิตกรดแลคติก และยังสามารถผลิต กรดอื่น ๆ เช่น กรดอะซิติกได้ด้วย (Carvalhoa et al., 2014) ดังนั้นการเติม *L. fermentum* ลงไปในกระบวนการหมักจะทำให้ pH ลดลงได้รวดเร็วกว่า การหมักแบบธรรมชาติ ยับยั้งการสูญเสียวัตถุแห้งและการเจริญเติบโตของยีสต์ทั้งในระหว่างการหมัก และภายหลังจากการสัมผัสกับอากาศ (Kristensen et al., 2010) การเติม *L. fermentum* ทำให้คุณภาพ ของพืชหมักดีกว่ากลุ่มที่ไม่เติม โดยพบว่ากลุ่มที่ เติม *L. fermentum* มีค่า pH ต่ำ กรดแลคติกสูงและกรดอะซิติกสูงกว่ากลุ่มควบคุม (Jalc et al., 2009)

3 ยีสต์ Saccharomyces cerevisiae

Common name: Brewer’s yeast

Local name: ยีสต์หมักเบียร์

Scientific name: *Saccharomyces cerevisiae* (Meyen ex E.C. Hansen, 1883)

Class : Saccharomycetes

Order : Saccharomycetales

Family : Saccharomycetaceae

S. cerevisiae คือ ยีสต์ (Yeast) ชนิดหนึ่ง ที่ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อการหมัก (Fermentation) เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ ไวน์ ใช้เป็นสารให้ขึ้นฟู ในขนมปัง และใช้ผลิตสารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract) *S. cerevisiae* เป็นจุลินทรีย์ตัวแรกในกลุ่มยูคารีโอตที่นักวิทยาศาสตร์นำมาถอดรหัสพันธุกรรม เพื่อศึกษากลไกการทำงานของเซลล์สิ่งมีชีวิตชั้นสูง โดยนักวิทยาศาสตร์จากห้องปฏิบัติการ 100 แห่ง ได้ร่วมกันทำงาน และสามารถถอดรหัสได้สมบูรณ์เมื่อ พ.ศ. 2539 ซึ่งใช้เวลาทั้งหมดถึง 7 ปี เซลล์ยีสต์ประกอบด้วย กรดอะมิโน โปรตีน เกลือแร่ วิตามิน และธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์และสัตว์ ยีสต์จึงถูกนำมาเป็นอาหารคนและอาหารสัตว์ที่มากด้วยคุณค่าของวิตามิน การดื่มเบียร์ หรือไวน์ ช่วยให้ร่างกายแข็งแรง ต้านทานโรค ทำให้มีอายุยืน เพราะในเบียร์มีสารอาหารและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญและการต้านทานโรค จุลินทรีย์ชนิดแรกที่ถูกนำมาผลิตเป็นการค้าในอุตสาหกรรมอาหาร คือ ยีสต์ ในปี พ.ศ. 2411 มีการผลิตยีสต์สำหรับทำขนมปังเป็นครั้งแรกในอเมริกาเหนือ และพัฒนาเป็นยีสต์ผงในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 ปัจจุบันมีแพร่หลายทั่วโลก ที่รู้จักในชื่อ Fleischmann's Yeast *S. cerevisiae* เป็นยีสต์ที่พบได้ในธรรมชาติโดยเป็นจุลินทรีย์พวกยูคาริโอต เซลล์ส่วนใหญ่มีรูปร่างกลมหรือรี สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ *S. cerevisiae* เป็นจุลินทรีย์หลักที่ใช้ในการผลิตเอทานอลในระดับอุตสาหกรรมทั้งภายในและต่างประเทศ (Andrietta et al, 2007) สามารถผลิตเอทานอลได้สูงถึง 20 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยยีสต์จะใช้น้ำตาลกลูโคสผ่านวิถี EMP ในสภาพที่เป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย และไม่มีออกซิเจน ได้ผลิตภัณฑ์หลัก คือ เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์ อย่างไรก็ตาม ปัญหาสำคัญของการผลิตเอทานอลในระดับอุตสาหกรรม คือ การยับยั้งกระบวนการหมักจากการสะสมของเอทานอลที่สร้างขึ้น (Product inhibition) (Casey and Ingledew, 1986) ดังนั้นจึงมีการศึกษาและพัฒนาการผลิตเอทานอลเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว เช่น การปรับปรุงสายพันธุ์ยีสต์ให้มีความสามารถทนเอทานอลความเข้มข้นสูง หรือการใช้กระบวนการหมักแบบอื่น เช่น การหมักแบบต่อเนื่อง (Continuous fermentation) และการหมักแบบกึ่งกะ (Fed-batch fermentation) เป็นต้น รวมไปถึงการหมักภายใต้สภาวะที่มีการให้อากาศเพื่อให้ยีสต์มีผนังเซลล์หนาและแข็งแรงขึ้น ซึ่งจะทำให้ยีสต์ทนต่อเอทานอลได้เพิ่มขึ้น (Alfenore et al., 2004)

บทที่ 3

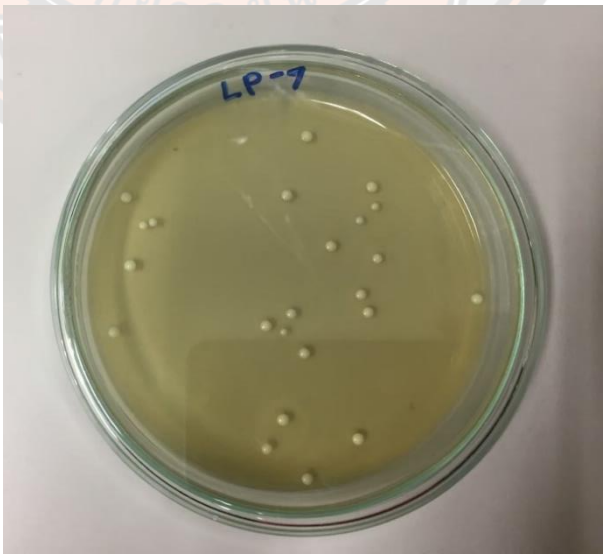
วิธีดำเนินงานวิจัย

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี Nylon bag technique ของอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

3.1 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

3.1.1 เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* (LP)

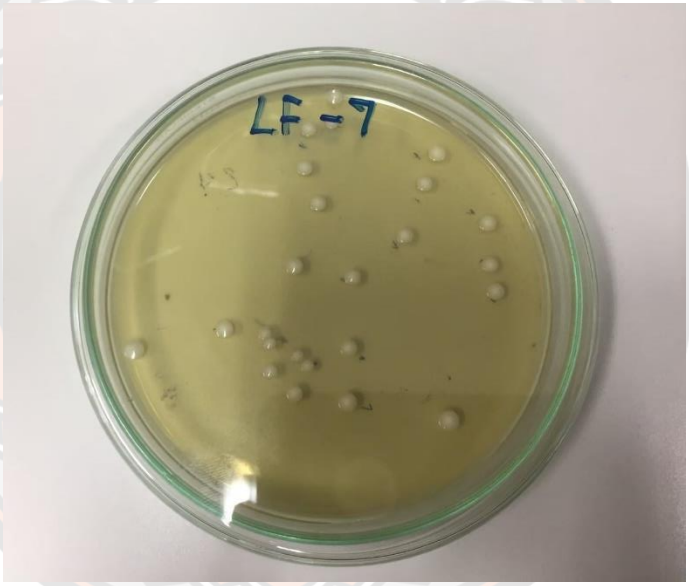
เตรียมเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกสายพันธุ์ *Lactobacillus plantarum* (LP) โดยได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) นำแบคทีเรียที่คัดเลือกได้มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS media แล้วบ่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปั่นเหวี่ยงเพื่อเก็บเฉพาะเซลล์แบคทีเรีย จากนั้นทำการผสมต้นเชื้อกับน้ำเกลือความเข้มข้น 0.85 % ปรับความเข้มข้นให้ได้ 10^7 cfu/ml ทำการผสมต้นเชื้อปริมาณ 10 ลิตร ต่อน้ำเกลือเข้มข้น (NaCl) 0.85 % ปริมาณ 10 ลิตร เขย่า ผสมให้เข้ากันดีจากนั้น นำสารละลายต้นเชื้อ LP ในน้ำเกลือ 10 ลิตรผสมกับ ต้นอ้อยสับ1 ตัน (อัตราส่วนที่ใช้ 10 ml ต่อต้นอ้อยสับ 1 กิโลกรัม)



ภาพที่ 1 เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum*

3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus fermentum* (LF)

เตรียมเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกสายพันธุ์ *Lactobacillus fermentum* (LF) โดยได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(สวทช.) นำแบคทีเรียที่คัดเลือกได้มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS media แล้วบ่นที่อุณหภูมิ 37 ℃ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปั่นเหวี่ยงเพื่อเก็บเฉพาะเซลล์แบคทีเรีย จากนั้นทำการผสมต้นเชื้อกับน้ำเกลือความเข้มข้น 0.85 % ปรับความเข้มข้นให้ได้ 10^7 cfu/ml ทำการผสมต้นเชื้อปริมาณ 10 ลิตร ต่อน้ำเกลือเข้มข้น (NaCl) 0.85 % ปริมาณ 10 ลิตร เขย่า ผสมให้เข้ากันดีจากนั้น นำสารละลายต้นเชื้อ LP ในน้ำเกลือ 10 ลิตรผสมกับ ต้นอ้อยสับ 1 ตัน (อัตราส่วนที่ใช้ 10 ml ต่อต้นอ้อยสับ 1 กิโลกรัม)



ภาพที่ 2 เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus fermentum*

3.1.3 **เชื้อจุลินทรีย์** *Saccharomyces cerevisiae* (SC)

เตรียมหัวเชื้อยีสต์ผสมสำเร็จ ปริมาณ 0.15 กิโลกรัม ทำการผสมกากน้ำตาล ปริมาณ 5 กิโลกรัม ปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0 2.5 กิโลกรัม ต่อน้ำ ปริมาณ 50 ลิตร ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายต้นเชื้อ SC กับ ต้นอ้อยสับ 500 กิโลกรัม (อัตราส่วนที่ใช้ 10 ml ต่อต้นอ้อยสับ 1 กิโลกรัม)

ภาพที่ 3เชื้อจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae*

3.2 การเตรียมอ้อยและการหมักอ้อย

นำต้นอ้อยอายุ 12 เดือน มาทำการสับผ่านเครื่องสับให้มีขนาดประมาณ 1 นิ้ว จากนั้นนำมาผสมกับจุลินทรีย์ที่เตรียมไว้ คลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยบรรจุอ้อยถุงละ 25 กิโลกรัม กดอัดให้แน่น จากนั้นทำการดูดอากาศออกให้หมด เพื่อให้มีสภาพไร้ออกซิเจน มัดถุงให้แน่นด้วยหนังยางและเชือกฟาง

ภาพที่ 4 การสับต้นอ้อย

ภาพที่ 5 ต้นอ้อยสับ

ภาพที่ 6 การผสมต้นเชื้อกับต้นอ้อยสับ

ภาพที่ 7 การทำให้อาหารหมักอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจน

ภาพที่ 8 ต้นอ้อยหมัก

3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

3.3.1. **วิธี** Proximate analysis นำตัวอย่างไปอบแห้งโดยอบที่อุณหภูมิ 60 ºC เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนกระทั่งมีน้ำหนักคงที่ แล้วนำตัวอย่างมาบด หลังจากนั้นแบ่งวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี (AOAC, 2000)

- การวิเคราะห์ปริมาณวัตถุแห้งและเถ้า

นำตัวอย่างอาหารประมาณ 3 กรัม ใส่ถ้วยนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 ºC อบประมาณ 4 ชั่วโมง นำออกใส่ในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น เป็นเวลาอย่างน้อย 45 นาทีหรือจนกว่าจะเย็น ชั่งน้ำหนักอีกครั้งน้ำหนักที่ได้ คือน้ำหนักของของวัตถุแห้ง (DM) แล้วนำตัวอย่างอาหารไปเผาไล่ควันจนควันหมด แล้วจึงเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 ºC เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำออกมาใส่ไว้ในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักอีกครั้งจะได้น้ำหนักเถ้า (Ash)

- การวิเคราะห์โปรตีนหยาบ

ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl method โดยชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง ใส่ Bumping glass 2 เม็ด ใส่ catalase 10 กรัม จากนั้นใส่กรด Sulfuric 20 มิลลิลิตร นำไปต้มบนเครื่องย่อย 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำลงไปชะกรด จากนั้นทำการกลั่น ที่ปลาย Condenser จุ่มบีคเกอร์ที่มีกรด Boric 4% และ Indicator 2 หยด เมื่อครบ 200 มิลลิลิตร นำไปไตเตรทด้วยกรด HCl จนเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู แล้วสังเกตแผงสเกล ก็จะทราบถึงจำนวนกรดที่ทำปฏิกิริยา ก็จะสามารถคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนได้เมื่อคูณด้วยแฟคเตอร์ 6.25 ก็จะได้ค่าโปรตีนหยาบ

- การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 3 กรัม ห่อใส่กระดาษกรองน้ำตาลแล้วใส่ลงใน Extraction thimble ต่ออุปกรณ์สกัดไขมัน เติม Dichloromethane 170 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลมที่มีเม็ดกันเดือดอยู่ 3 เม็ด ใช้เวลากลั่นประมาณ 16 ชั่วโมงหรือจนกว่าไขมันถูกชะจาก Thimble ลงขวดก้นกลมหมดแล้ว เอา Thimble ออกกลั่นจนกว่า Dichloromethane อยู่บนหลอดจนเกือบหมดเทไว้ใช้ครั้งใหม่ ส่วนที่เหลือในขวดก้นกลมเป็นไขมันที่สกัดได้ แล้วเอาไปอบ 100 ºC เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหลังกลั่นคือ ปริมาณไขมัน

- การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยหยาบ

นำตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่บีคเกอร์ เติม H_2SO_4 3.125% 200 มิลลิลิตร นำไปต้มจนเดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วเอามากรองล้างตะกอนให้หมด จากบีคเกอร์ด้วยน้ำร้อน 200 มิลลิลิตร เมื่อตะกอนแห้ง เทตะกอนทั้งหมดลงในบีคเกอร์เดิมเติม NaOH 3.125% 200 มิลลิลิตร นำไปต้ม

ต่อจนเดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วเอามากรองเหมือนเดิม ชะด้วยน้ำร้อน 200 มิลลิลิตร จากนั้นล้างด้วย Acetone อีกเล็กน้อย เทตัวอย่างลงในถ้วยกระเบื้อง อบที่ 103 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักแล้วเอาไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °C 5 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

3.3.2. **วิธี** Van Soest method นำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด และ ลิกนิน (Van soest, 1994)

- การวิเคราะห์ผนังเซลล์ Cell Wall Constituents (CWC) หรือ NDF

ทำได้โดยนำตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่บีคเกอร์ เติมสารละลาย Neutral Detergent Solution 200 มิลลิลิตร นำไปต้มจนเดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วเอามากรองในครูซิเบอร์แก้ว นำไปอบที่อุณหภูมิ 103 °C 4 ชั่วโมง นำออกใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนัก ชั่งน้ำหนักแล้วเอาไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

- การวิเคราะห์ Acid Detergent Fiber (ADF)

ทำได้โดยนำตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่บีคเกอร์ เติมสารละลาย Acid Detergent Solution 200 มิลลิลิตร นำไปต้มจนเดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วเอามากรองในครูซิเบอร์แก้ว นำไปอบที่อุณหภูมิ 103 °C 4 ชั่วโมง นำออกใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนัก

3.4 การวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี Nylon bag technique

ใช้โคพื้นเมืองเพศผู้เจาะกระเพาะฝังท่อ Rumen fistula บริเวณสวาปด้านซ้ายของตัวโค (ทัศนีย์ และเทอดชัย, 2530) จำนวน 4 ตัวอายุประมาณ 8–10 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 263 ± 12 กิโลกรัม เลี้ยงในคอกขังเดี่ยว มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา ให้ข้าวโพดหมักเป็นอาหารฐาน เนื่องจากจำนวนของโคเจาะกระเพาะมีจำนวนจำกัด ในการทดลองนี้จึงมีการแบ่งระยะเวลาดำเนินการเป็น 4 ช่วงเวลา (Period) ช่วงเวลาละ 1 ซ้ำ โดยดำเนินการทดลองทั้งหมด 4 ซ้ำ โคแต่ละตัวจะได้รับอาหารทั้ง 4 สูตร หมุนเวียนกันไปในแต่ละช่วงเวลา โดยจะได้รับอาหารวันละ 2 ช่วงคือ 7:00 น. และ 17:00 น. ให้โคได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร

โดยนำตัวอย่างอาหารทดลองมาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ใช้ถุงไนลอนขนาด 7x15 เซนติเมตร ที่มีขนาดรูของถุง 40 ไมโครเมตร ชั่งตัวอย่างอาหาร 5 กรัม ใส่ลงในถุงไนลอนที่ทราบน้ำหนักคงที่ และนำไปหมักย่อยในส่วนล่างของกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองที่ทำการผ่าตัดเปิดท่อทางเดินอาหารบริเวณกระเพาะรูเมนสอดท่อ Rumen fistula โดยใช้เวลาในการ

หมักย่อย 8 เวลาคือ 0 2 4 8 16 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง แต่ละระยะทำซ้ำ 3 ถุง และนำตัวอย่างอาหารที่เหลืออยู่ภายในถุงไนล่อนมาทำการซักล้าง และนำไปหาค่าวัตถุแห้งเพื่อคำนวณการย่อยได้ของโภชนะ

ภาพที่ 9 โคพื้นเมืองเพศผู้เจาะกระเพาะฝังท่อ Rumen fistula

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแบ่งกลุ่มอาหารทดลองเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

อาหารทดลองกลุ่มที่ 1 ต้นข้าวโพดหมัก (Corn silage: CS)

อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 ต้นอ้อยหมักที่ไม่มีการเสริมจุลินทรีย์ (Sugar cane silage: SS)

อาหารทดลองกลุ่มที่ 3 ต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* ในระดับความเข้มข้น 10^7 CFU/g โดยเสริมเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตรต่อต้นอ้อย 1 กิโลกรัม (SSLP)

อาหารทดลองกลุ่มที่ 4 อ้อยหมักที่มีการเสริมจุลินทรีย์ *Lactobacillus fermentum* ในระดับความเข้มข้น 10^7 CFU/g โดยเสริมเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตรต่อต้นอ้อย 1 กิโลกรัม (SSLF)

อาหารทดลองกลุ่มที่ 5 อ้อยหมักที่มีการเสริมจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* ในระดับความเข้มข้น 10^7 CFU/g โดยเสริมเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตร ต่อต้นอ้อย 1 กิโลกรัม (SSSC)

ภาพที่ 10 Nylon bag technique

ภาพที่ 11 การหย่อน Nylon bag technique

3.5 วิธีวิเคราะห์สถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple range Test (Steel and Torrie, 1980)

การทดลองที่ 2 การศึกษาปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบทางเคมีน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของผลผลิตน้ำนมในโครีดนมที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

3.6 สัตว์ทดลอง การศึกษาปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของโภชนะ

การวิจัยครั้งนี้ใช้โครีดนมลูกผสมสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนทดลอง ณ รัชชานนท์ฟาร์ม จังหวัดเชียงใหม่ อายุเฉลี่ย 4 ปี จำนวนวันการให้นม 122±3 วัน ได้รับอาหารการทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) มีช่วงเวลาปรับสภาพสัตว์ (Preliminary period) 14 วัน และช่วงเวลาเก็บข้อมูล (Collection period) 60 วัน ใช้โคนมจำนวน 20 ตัว แบ่งอาหารทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว คือ

อาหารทดลองกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารหยาบหลักคือ ต้นข้าวโพดหมักและ อาหารข้นทางการค้า (corn silage: CS)

อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 โคจะได้รับต้นอ้อยหมักที่ไม่มีการเสริมจุลินทรีย์เป็นอาหารหยาบร่วมกับอาหารข้น (Sugar cane silage: SS)

อาหารทดลองกลุ่มที่ 3 โคจะได้รับต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* ในการหมักเป็นอาหารหยาบร่วมกับอาหารข้น (SSLP)

อาหารทดลองกลุ่มที่ 4 โคจะได้รับต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมจุลินทรีย์ *Lactobacillus fermentum* ในการหมักเป็นอาหารหยาบร่วมกับอาหารข้น (SSLF)

อาหารทดลองกลุ่มที่ 5 โคจะได้รับต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* ในการหมักเป็นอาหารหยาบร่วมกับอาหารข้น (SSSC)

ทุกกลุ่มการทดลองได้รับอาหารข้นสำเร็จรูปทางการค้าเช่นเดียวกันทุกกลุ่มการทดลอง ปริมาณ 6 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน มีการให้น้ำสะอาดกินตลอดวัน โคทุกตัวถูกผูกยืนโรง ไม่ให้โคแต่ละตัวสามารถกินอาหารของตัวอื่นได้ ทำการทดสอบเป็นเวลา 2 เดือน ทำการเก็บข้อมูลปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน โดยการชั่งน้ำหนักปริมาณอาหารที่ให้ และปริมาณอาหารที่เหลือในช่วงเช้าของวันถัดไป

ทุก ๆ วัน เพื่อคำนวณปริมาณวัตถุแห้งที่ได้รับต่อตัวต่อวัน ส่วนตัวอย่างอาหารจะสุ่มนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการของ AOAC (2000) และวิเคราะห์เยื่อใยด้วยวิธีการ Detergent (Goering and Van Soest, 1970)

ภาพที่ 12 โคนม

ตารางที่ 2 รายชื่อโคนมที่ใช้ในการทดลอง

อาหารที่ได้รับ	รายชื่อโคนม	วันคลอด	จำนวนวันให้นม (วัน)
กลุ่มที่ 1	T1R1	9/3/2564	23
	T1R2	16/1/2564	75
	T1R3	9/11/2563	143
	T1R4	28/9/2563	185
กลุ่มที่ 2	T2R1	9/3/2564	33
	T2R2	25/1/2564	66
	T2R3	10/12/2563	112
	T2R4	5/10/2563	178
กลุ่มที่ 3	T3R1	25/1/2564	67
	T3R2	12/11/2563	140
	T3R3	3/11/2563	149
	T3R4	11/8/2563	233
กลุ่มที่ 4	T4R1	5/2/2564	53
	T4R2	11/12/2563	111
	T4R3	21/11/2563	131
	T4R4	5/11/2563	147
กลุ่มที่ 5	T5R1	29/1/2564	62
	T5R2	10/11/2563	142
	T5R3	8/12/2563	114
	T5R4	6/11/2563	146

ภาพที่ 13 การให้อาหารโคนม

ภาพที่ 14 การเก็บตัวอย่างอาหาร

3.7 การศึกษาปริมาณน้ำนม องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของผลผลิตน้ำนม

ทำการทดสอบเป็นเวลา 2 เดือน ทำการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำนมทุกวัน และสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมทุก 15 วัน เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม โดยรีดนมและบันทึกปริมาณน้ำนม 2 ครั้งต่อวัน (เช้า-เย็น) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนม ช่วงเย็น 25 มิลลิลิตร และช่วงเช้า 25 มิลลิลิตร มาผสมรวมกันในขวดพลาสติก แล้วเติมสารโปตัสเซียมไดโครเมต (Potassium dichomate) 500 มิลลิกรัม แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำนม (โปรตีน ไขมัน ของแข็งไม่รวมไขมัน และน้ำตาลแล็กโตส) โดยใช้เครื่อง Integrated Milk Testing Fossomatic รุ่น 5000 ยี่ห้อ FOSS ผลิตจากประเทศเดนมาร์ก จากนั้นนำข้อมูลผลผลิตมาคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของผลผลิตน้ำนม

ภาพที่ 15 การรีดน้ำนม

ภาพที่ 16 ตัวอย่างน้ำนม

3.8 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) เปรียบเทียบอาหารหยาบที่ใช้เป็นอาหารแม่โครีดนมจำนวน 5กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว โดยมีโมเดลการทดลองดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \boldsymbol{\varepsilon}_{ij}$$

Y_{ij} = ค่าสังเกตของหน่วยทดลองที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i ซ้ำที่ j

i = คือ 1,...,t (t = จำนวนทรีตเมนต์)

j = คือ 1,...,r (r= จำนวนซ้ำ)

μ = คือ ค่าคงที่ของทุกทรีทเมนต์เป็นค่าเฉลี่ยรวมหรือค่าเฉลี่ยของประชากร (Population mean)

T_i = คือ อิทธิพลของทรีทเมนต์ที่ i

$\boldsymbol{\varepsilon}_{ij}$ = คือ ความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลอง

3.9 สถานที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล

1. ฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมรัชชานนท์ฟาร์ม อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่

2. ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3. ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

4. ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาสัตวศาสตร์และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

5. ฟาร์มสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี Nylon bag technique ของอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

จากการศึกษาผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง (ตาราง 2) พบว่า ฟางข้าว มีปริมาณวัตถุแห้ง (Dry matter) โปรตีนหยาบ (Crude protein) ไขมัน (Ether extract) เยื่อใยหยาบ (Crude fiber) เถ้า (Ash) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF) มีค่าเท่ากับ 86.61 %, 6.71 %, 0.77 %, 31.64 %, 16.75 %, 45.30 % และ 36.69 % ตามลำดับ อาหารข้นมีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า NDF และ ADF มีค่าเท่ากับ 88.82 %, 19.17 %, 3.91 %, 10.49 %, 13.20 %, 26.33 % และ 17.90 % ตามลำดับ ต้นข้าวโพดพร้อมฝักหมัก (Corn silage: CS) มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า NDF และ ADF มีค่าเท่ากับ 44.07 %, 9.95 %, 1.32 %, 35.46 %, 12.85 %, 68.10 % และ 42.57 % ตามลำดับ ต้นอ้อยหมัก (Sugarcane silage: SS) มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า NDF และ ADF มีค่าเท่ากับ 37.81 %, 3.71 %, 0.09 %, 39.36 %, 12.81 %, 66.74 % และ 42.83 % ตามลำดับ ต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* (SSLP) มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า NDF และ ADF มีค่าเท่ากับ 32.76 %, 5.60 %, 0.39 %, 38.93 %, 13.33 %, 70.49 % และ 46.04 % ตามลำดับ ต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus fermentum* (SSLF) มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า NDF และ ADF มีค่าเท่ากับ 34.98 %, 5.42 %, 0.05 %, 41.84 %, 12.22 %, 75.53 % และ 49.26 % ตามลำดับ และต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* (SSSC) มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ปริมาณ NDF และ ADF มีค่าเท่ากับ 25.01 %, 9.37 %, 1.39 %, 35.66 %, 1.73 %, 64.72 % และ 40.38 % ตามลำดับ

ตารางที่ 3 Chemical compositions of experimental feed (as % dry matter)

Item	Rice straw	Concentrate	Treatments				
			CS	SS	SSLP	SSLF	SSSC
Dry matter (%)	86.61	88.82	44.07	37.81	32.76	34.98	25.01
Crude protein	6.71	19.17	9.95	3.71	5.60	5.42	9.37
Ether extract	0.77	3.91	1.32	0.09	0.39	0.05	1.39
Crude fiber	31.64	10.49	35.46	39.36	38.93	41.84	35.66
Ash	16.75	13.20	12.85	12.81	13.33	12.22	11.73
NDF	45.30	26.33	68.10	66.74	70.49	75.53	64.72
ADF	36.69	17.90	42.57	42.83	46.04	49.26	40.38

CS: corn silage, SS: sugarcane silage, SSLP: sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* 1X10^{7} cfu/g, SSLF: sugarcane silage with *Lactobacillus fermentum* 1X10^{7} cfu/g and SSSC: sugarcane silage with *Saccharomyces cerevisiae* 1X10^{7} cfu/g

4.2 การวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี Nylon bag technique ของอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

จากการศึกษาการสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะหมักของโคพื้นเมืองเจาะกระเพาะที่ได้รับอาหาร ทดลองทั้ง 5 สูตร (ตาราง 3) พบว่า อัตราการย่อยสลายที่ช่วงเวลาชั่วโมงที่ 0 4 8 12 24 48 และ 72 ค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งของอ้อยหมัก (Sugarcane silage: SS) มีค่ามากกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) มีค่าเท่ากับ 24.59 % เทียบกับ 19.36 %, 19.52 %, 21.50 % และ 20.20 %

ตารางที่ 4 ศึกษาการย่อยได้ของ Dry matter digestibility ของอ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในกระเพาะรูเมนด้วยวิธี Nylon bag technique

Item	Treatments					SEM	P-value
	CS	SS	SSLP	SSLF	SSSC		
0H	19.36^{b}	24.59^{a}	19.52^{b}	21.50^{b}	20.20^{b}	0.50	0.001
4H	22.20^{b}	27.58^{a}	22.50^{b}	24.41^{b}	23.04^{b}	0.51	0.001
8H	22.85^{b}	27.82^{a}	22.91^{b}	24.48^{b}	23.14^{b}	0.50	0.002
12H	25.16^{b}	29.83^{a}	25.71^{b}	26.75^{b}	26.04^{b}	0.48	0.010
24H	35.22^{bc}	39.24^{a}	33.69^{c}	37.66^{ab}	36.77^{ab}	0.51	0.001
48H	36.19^{c}	42.48^{a}	38.10^{bc}	38.87^{b}	37.66^{bc}	0.52	0.001
72H	47.75^{c}	52.51^{a}	49.54^{bc}	50.40^{ab}	50.28^{ab}	0.42	0.002

$^{a, b, c, d, e}$ mean within row different superscripts are significantly different.

CS: corn silage, SS: sugarcane silage, SSLP: sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* 1X10^{7} cfu/g, SSLF: sugarcane silage with *Lactobacillus fermentum* 1X10^{7} cfu/g and SSSC: sugarcane silage with *Saccharomyces cerevisiae* 1X10^{7} cfu/g

การทดลองที่ 2 การศึกษาปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในโครีดนม ที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

4.3 การศึกษาปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของโภชนะ ในโครีดนมที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

การศึกษาปริมาณการกินได้ของโครีดนมที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด (ตาราง 4) พบว่า ปริมาณการได้ของโครีดนมที่ได้รับอาหารข้นร่วมกับอาหารทดลอง คือ 5.33 kgDM/d ปริมาณการกินได้ของโครีดนมที่ได้รับอาหารหยาบ (ฟางข้าว) ร่วมกับต้นข้าวโพดพร้อมฝักหมัก (Corn silage: CS) มากกว่าปริมาณการกินได้ของโครีดนมที่ได้รับอาหารหยาบร่วมกับต้นอ้อยหมัก (Sugarcane silage: SS) ต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus fermentum* (SSLF) ต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* (SSLP) และต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* (SSSC) อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ (P<0.01) มีค่าเท่ากับ 8.33 kgDM/d, 7.14 kgDM/d, 6.52 kgDM/d, 6.21 kgDM/d และ 4.81 kgDM/d ตามลำดับ

การกินได้ของโภชนะที่วัตถุแห้งของโครีดนมที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด (ตาราง 4) พบว่า ปริมาณการกินได้ที่วัตถุแห้งของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม CS มากกว่าโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSLP และกลุ่ม SSSC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) มีค่าเท่ากับ 9.66 กิโลกรัม/วัน, 8.47 กิโลกรัม/วัน, 7.85 กิโลกรัม/วัน, 7.54 กิโลกรัม/วัน และ 6.14 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ปริมาณการกินได้ที่โปรตีนของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม CS มากกว่าโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSSC กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSLF และกลุ่ม SS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) มีค่าเท่ากับ 2.11 กิโลกรัม/วัน, 1.97 กิโลกรัม/วัน, 1.31 กิโลกรัม/วัน, 1.27 กิโลกรัม/วัน และ 0.98 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ปริมาณการกินได้ที่ไขมันของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม CS และกลุ่ม SSSC มากกว่าโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม SS และกลุ่ม SSLF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) มีค่าเท่ากับ 0.30 กิโลกรัม/วัน, 0.30 กิโลกรัม/วัน, 0.13 กิโลกรัม/วัน, 0.07 กิโลกรัม/วัน และ 0.07 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ปริมาณการกินได้ที่คาร์โบไฮเดรตละลายได้ง่ายของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSSC และกลุ่ม CS ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05) มีค่าเท่ากับ 38.31 กิโลกรัม/วัน, 35.59 กิโลกรัม/วัน, 34.42 กิโลกรัม/วัน, 33.80 กิโลกรัม/วัน และ 33.01 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ปริมาณการกินได้ที่เยื่อใยหยาบของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLF มากกว่าโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม SS กลุ่ม CS และกลุ่ม SSSC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) มีค่าเท่ากับ 7.60 กิโลกรัม/วัน, 7.28 กิโลกรัม/วัน, 7.18 กิโลกรัม/วัน, 6.67 กิโลกรัม/วัน และ 6.55 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 5 Feed intake (kg DM/d) and nutrient intake (kg/day) of lactating dairy cows fed with different silage types (number = 20)

Items	Treatments					SEM	P-Value
	CS	SS	SSLP	SSLF	SSSC		
Concentrate (kgDM/d)	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33		
Roughage (kgDM/d)	8.33[a]	7.1 4[b]	6.21[d]	6.52[c]	4.81[e]	0.27	<0.01
Total feed intake (kgDM/d)	13.66[a]	12.47[b]	11.54[d]	11.85[c]	10.14[e]	0.27	<0.01
Nutrient intake (kg/day)							
Dry matter	9.66[a]	8.47[b]	7.54[d]	7.85[c]	6.14[d]	0.27	<0.01
Crude protein	2.11[a]	0.98[e]	1.31[c]	1.27[d]	1.97[b]	0.10	<0.01
Ether extract	0.30[a]	0.07[c]	0.13[b]	0.07[c]	0.30[a]	0.02	<0.01
Nitrogen free extract	33.01	38.31	35.59	34.42	33.80	0.42	0.05
Crude fiber	6.67[c]	7.28[b]	7.18[b]	7.60[a]	6.55[c]	0.10	<0.01

[a, b, c, d, e] mean within row different superscripts are significantly different, CS: corn silage, SS: sugarcane silage, SSLP: sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* 1X10^7 cfu/g, SSLF: sugarcane silage with *Lactobacillus fermentum* 1X10^7 cfu/g and SSSC: sugarcane silage with *Saccharomyces cerevisiae* 1X10^7 cfu/g

4.4 ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในโครีดนม ที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

จากการศึกษาผลผลิตน้ำนม (Milk yield) ผลผลิตน้ำนมปรับไขมันนม 4 % (Fat corrected milk; 4 %FCM) และผลผลิตน้ำนมที่ปรับระดับพลังงาน (Energy corrected; ECM) ของโครีดนมช่วงระยะเวลาทดลอง 60 วัน (ตาราง 5) พบว่า ช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 1-15 มีผลผลิตน้ำนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSSC กลุ่ม SSLP และกลุ่ม

SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 13.86 กิโลกรัม/วัน, 13.79 กิโลกรัม/วัน, 12.80 กิโลกรัม/วัน, 12.52 กิโลกรัม/วัน และ 12.48 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ 4 %FCM ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 14.30 กิโลกรัม/วัน, 14.25 กิโลกรัม/วัน, 13.75 กิโลกรัม/วัน, 13.13 กิโลกรัม/วัน และ 11.93 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ และ ECM ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม CS กลุ่ม SS กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 12.36 กิโลกรัม 12.21 กิโลกรัม 11.81 กิโลกรัม 11.47 กิโลกรัม และ 10.36 กิโลกรัม ตามลำดับ

ช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 16-30 มีผลผลิตน้ำนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 12.83 กิโลกรัม/วัน, 12.55 กิโลกรัม/วัน, 11.79 กิโลกรัม/วัน, 11.73 กิโลกรัม/วัน และ 11.27 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ 4 %FCM ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSSC กลุ่ม SSLP และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 12.59 กิโลกรัม/วัน, 12.41 กิโลกรัม/วัน, 11.54 กิโลกรัม/วัน, 11.45 กิโลกรัม/วัน และ 11.42 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ และ ECM ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSSC กลุ่ม SSLP และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 10.93 กิโลกรัม, 10.79 กิโลกรัม, 10.24 กิโลกรัม , 10.02 กิโลกรัม และ 9.94 กิโลกรัม ตามลำดับ

ช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 31-45 มีผลผลิตน้ำนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS มากกว่าโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSSC และ SSLP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 12.99 kg/days, 12.50 กิโลกรัม/วัน, 12.02 กิโลกรัม/วัน, 11.85 กิโลกรัม/วัน และ 11.55 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ 4 %FCM ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม SSLP กลุ่ม CS กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 12.78 กิโลกรัม/วัน, 12.38 กิโลกรัม/วัน, 12.18 กิโลกรัม/วัน, 11.81 กิโลกรัม/วัน และ 10.81 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ และ ECM ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม SSLP กลุ่ม CS กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 11.04 กิโลกรัม, 10.62 กิโลกรัม, 10.61 กิโลกรัม, 10.42 กิโลกรัม และ 9.56 กิโลกรัม ตามลำดับ

ช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 46-60 มีผลผลิตน้ำนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 12.94 กิโลกรัม/วัน, 12.56 กิโลกรัม/วัน, 11.99 กิโลกรัม/วัน, 11.78 กิโลกรัม/วัน และ 11.42 กิโลกรัม/วัน

ตามลำดับ 4 %FCM ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSLF และกลุ่ม SSSC ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 12.98 กิโลกรัม/วัน, 12.80 กิโลกรัม/วัน, 12.42 กิโลกรัม/วัน, 12.20 กิโลกรัม/วัน และ 11.67 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ และ ECM ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSLF และกลุ่ม SSSC ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 11.64 กิโลกรัม, 11.26 กิโลกรัม, 10.77 กิโลกรัม, 10.71 กิโลกรัม และ 10.51 กิโลกรัม ตามลำดับ

ช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 1-60 มีผลผลิตน้ำนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 13.16 กิโลกรัม/วัน, 12.86 กิโลกรัม/วัน, 12.08 กิโลกรัม/วัน, 11.71 กิโลกรัม/วัน และ 12.05 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ 4 %FCM ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC และอกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 13.21 กิโลกรัม/วัน, 13.09 กิโลกรัม/วัน, 12.57 กิโลกรัม/วัน, 12.03 กิโลกรัม/วัน และ 11.69 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ และ ECM ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 11.47 กิโลกรัม, 11.37 กิโลกรัม, 10.86 กิโลกรัม, 10.64 กิโลกรัม และ 10.21 กิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 6 Milk yield (kg/days), 4 %FCM and ECM of lactating dairy cows fed with different silage types (number = 20)

Items	Treatments					SEM	P-Value
	CS	SS	SSLP	SSLF	SSSC		
Day 1-15							
Milk yield (kg/day)	13.79	13.86	12.52	12.48	12.80	0.39	0.69
4 %FCM (kg/day)	14.25	14.30	13.75	11.93	13.13	0.49	0.58
ECM (kg)	12.36	12.21	11.81	10.36	11.47	0.40	0.58
Day 16-30							
Milk yield (kg/day)	12.55	12.83	11.27	11.79	11.73	0.30	0.51
4 %FCM (kg/day)	12.41	12.59	11.45	11.42	11.54	0.36	0.78
ECM (kg)	10.79	10.93	10.02	9.94	10.24	0.30	0.81

ตารางที่ 6 Milk yield (kg/days), 4 %FCM and ECM of lactating dairy cows fed with different silage types (number = 20)

Items	Treatments					SEM	P-Value
	CS	SS	SSLP	SSLF	SSSC		
Day 31-45							
Milk yield (kg/day)	12.50	12.99	11.55	12.02	11.85	0.37	0.79
4 %FCM (kg/day)	12.18	12.78	12.38	10.81	11.81	0.48	0.79
ECM (kg)	10.61	11.04	10.62	9.56	10.42	0.39	0.85
Day 46-60							
Milk yield (kg/day)	12.56	12.94	11.42	11.99	11.78	0.35	0.70
4 %FCM (kg/day)	12.80	12.98	12.42	12.20	11.67	0.39	0.87
ECM (kg)	11.26	11.64	10.77	10.71	10.51	0.32	0.84
Day 1-60							
Milk yield (kg/day)	12.86	13.16	11.71	12.08	12.05	0.34	0.68
4 %FCM (kg/day)	13.09	13.21	12.57	11.69	12.03	0.41	0.77
ECM (kg)	11.37	11.47	10.86	10.21	10.64	0.34	0.80

CS: corn silage, SS: sugarcane silage, SSLP: sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* 1X10^7 cfu/g, SSLF: sugarcane silage with *Lactobacillus fermentum* 1X10^7 cfu/g and SSSC: sugarcane silage with *Saccharomyces cerevisiae* 1X10^7 cfu/g, %FCM: 4 %Fat Corrected Milk, ECM: Energy Corrected Milk

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีน้ำนมของโครีดนม ในช่วงระยะเวลาทดลอง 60 วัน (ตาราง 6) พบว่า ช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 1-15 มีปริมาณไขมันนม (Milk fat) ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม LP กลุ่ม CS กลุ่ม SS กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 4.02 %, 3.67 %, 3.67 %, 3.64 % และ 3.28 % ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนนม (Milk protein) ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม CS กลุ่ม SSSC กลุ่ม SS และอาหารทดลองกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 2.87 %,

2.82 %, 2.78 %, 2.70 % และ 2.67 % ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลแลคโตส (Lactose) ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSSC กลุ่ม SSLP กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF และกลุ่ม SS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 4.65 %, 4.56 %, 4.53 %, 4.44 % และ 4.42 % ตามลำดับ ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมัน (Solid not fat) ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC กลุ่ม SS กลุ่ม SSLF และกลุ่ม CS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 8.27 %, 8.20 %, 7.94 %, 7.92 % และ 7.58 % ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid : TS) ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC กลุ่ม CS กลุ่ม SS และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 12.31 %, 11.84 %, 11.73 %, 11.59% และ 11.23 % ตามลำดับ และปริมาณเซลล์โซมาติก (Somatic cell count : SCC) ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSSC กลุ่ม SSLF และกลุ่ม SSLP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 247.25 %, 209.25 %, 144.25 %, 133.50 % และ 87.75 % ตามลำดับ

ช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 16-30 มีปริมาณไขมันนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม CS กลุ่ม SSSC กลุ่ม SS และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 3.58 %, 3.48 %, 3.41 %, 3.39 % และ 3.32 % ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC กลุ่ม SS กลุ่ม SSLF และกลุ่ม CS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 2.84 %, 2.75 %, 2.68 %, 2.65 % และ 2.62 % ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลแลคโตสของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSSC กลุ่ม CS กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSLF และกลุ่ม SS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 4.77 %, 4.66 %, 4.56 %, 4.54 % และ 4.51 % ตามลำดับ ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSSC กลุ่ม SSLP กลุ่ม CS กลุ่ม SS และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 8.20 %, 8.12 %, 8.00 %, 7.91 % และ 7.88 % ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม CS กลุ่ม SSSC กลุ่ม SS และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 11.72 %, 11.46 %, 11.38 %, 11.30 % และ 11.23 % ตามลำดับ และปริมาณเซลล์โซมาติกของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 312.50 %, 211.25 %, 145.25 %, 112.00 % และ 69.00 % ตามลำดับ

ช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 31-45 มีปริมาณไขมันนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC กลุ่ม SS กลุ่ม CS และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่า

เท่ากับ 3.81 %, 3.50 %, 3.43 % 3.40 % และ 2.97 % ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC กลุ่ม SS กลุ่ม CS และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 2.78 %, 2.74 %, 2.72 %, 2.62 % และ 2.60 % ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลแลคโตสของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSSC กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSLP และกลุ่ม SS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 4.75 %, 4.63 %, 4.56 %, 4.52 % และ 4.38 % ตามลำดับ ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSSC กลุ่ม SSLP กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF และกลุ่ม SS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 8.11 %, 7.98 %, 7.96 %, 7.86 % และ 7.81 % ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC กลุ่ม CS กลุ่ม SS และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 11.83 %, 11.65 %, 11.39 %, 11.28 % และ 10.86 % ตามลำดับ และปริมาณเซลล์โซมาติกของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SS กลุ่ม SSLP และกลุ่ม SSSC ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 313.50 %, 180.25 %, 106.50 %, 86.50 % และ 82.00 % ตามลำดับ

ช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 46-60 มีปริมาณไขมันนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SS และกลุ่ม SSSC ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 3.97 %, 3.66 %, 3.58 %, 3.53 % และ 3.47% ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSSC กลุ่ม SS กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSLF และกลุ่ม CS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 2.95 %, 2.94 %, 2.93 %, 2.88 % และ 2.80 % ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลแลคโตสของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม SSSC กลุ่ม CS กลุ่ม SSLP และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 4.79 %, 4.77 %, 4.70 %, 4.59 % และ 4.57 % ตามลำดับ ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSSC กลุ่ม CS กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSLF และกลุ่ม SS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 8.44 %, 8.29 %, 8.25 %, 8.23 % และ 8.22 % ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF และกลุ่ม SS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 12.23 %, 12.18 %, 11.95 %, 11.84 % และ 11.75 % ตามลำดับ และปริมาณเซลล์โซมาติกของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 342.50 %, 266.75 %, 160.00 %, 126.00 % และ 84.25 % ตามลำดับ

ช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 1-60 มีปริมาณไขมันนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม CS กลุ่ม SS กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 3.88 %, 3.61 %, 3.52 %, 3.50 % และ 3.32 % ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนนมของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSLP กลุ่ม SSSC กลุ่ม SS กลุ่ม CS และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 2.87 %, 2.79 %, 2.76 %, 2.71 % และ 2.69 % ตามลำดับ ปริมาณน้ำตาลแลคโตสของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSSC กลุ่ม CS กลุ่ม SSLP กลุ่ม SSLF และกลุ่ม SS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 4.72 %, 4.63 %, 4.55 %, 4.52 % และ 4.51 % ตามลำดับ ปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSSC กลุ่ม SSLP กลุ่ม CS กลุ่ม SS และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 8.23 %, 8.16 %, 7.99 %, 7.97 % และ 7.97 % ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม LP กลุ่ม SCC กลุ่ม CS กลุ่ม SS และกลุ่ม LF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 12.06 %, 11.73 %, 11.69 %, 11.50 % และ 11.33 % ตามลำดับ และปริมาณเซลล์โซมาติกของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม CS กลุ่ม SS กลุ่ม SSLF อาหารทดลองกลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีค่าเท่ากับ 293.35 %, 274.00 %, 161.75 %, 107.00 % และ 72.50 % ตามลำดับ

ตารางที่ 7 Milk composition of lactating dairy cows fed with different silage types (number = 20)

Item	Treatments					SEM	P-Value
	CS	SS	SSLP	SSLF	SSSC		
Milk composition Day 1-15							
Milk fat %	3.67	3.67	4.02	3.28	3.64	0.12	0.46
Milk protein %	2.82	2.70	2.87	2.67	2.78	0.05	0.75
Lactose %	4.53	4.42	4.56	4.44	4.65	0.05	0.67
Solid not fat %	7.58	7.94	8.27	7.92	8.20	0.13	0.51
TS %	11.73	11.59	12.31	11.23	11.84	0.18	0.45
SCC %	209.25	247.25	87.75	133.50	144.25	39.68	0.77

ตารางที่ 7 Milk composition of lactating dairy cows fed with different silage types (number = 20)

Item	Treatments					SEM	P-Value
	CS	SS	SSLP	SSLF	SSSC		
Milk composition Day 16-30							
Milk fat %	3.48	3.39	3.58	3.32	3.41	0.10	0.96
Milk protein %	2.62	2.68	2.84	2.65	2.75	0.04	0.45
Lactose %	4.66	4.51	4.56	4.54	4.77	0.05	0.55
Solid not fat %	8.00	7.91	8.12	7.88	8.20	0.08	0.70
TS %	11.46	11.30	11.72	11.23	11.38	0.16	0.90
SCC %	211.25	312.50	69.00	145.25	112.00	46.05	0.53
Milk composition Day 31-45							
Milk fat %	3.40	3.43	3.81	2.97	3.50	0.14	0.49
Milk protein %	2.62	2.72	2.78	2.60	2.74	0.05	0.76
Lactose %	4.63	4.38	4.52	4.56	4.75	0.05	0.32
Solid not fat %	7.96	7.81	7.98	7.86	8.11	0.08	0.83
TS %	11.39	11.28	11.83	10.86	11.65	0.20	0.65
SCC %	313.50	106.50	86.50	180.25	82.00	36.99	0.24
Milk composition Day 46-60							
Milk fat %	3.66	3.53	3.97	3.58	3.47	0.12	0.78
Milk protein %	2.80	2.94	2.93	2.88	2.95	0.04	0.85
Lactose %	4.70	4.79	4.59	4.57	4.77	0.06	0.72
Solid not fat %	8.29	8.22	8.25	8.23	8.44	0.08	0.92
TS %	11.95	11.75	12.23	11.84	12.18	0.17	0.91
SCC %	266.75	342.50	84.25	160.00	126.00	53.06	0.57

ตารางที่ 7 Milk composition of lactating dairy cows fed with different silage types (number = 20)

Item	Treatments					SEM	P-Value
	CS	SS	SSLP	SSLF	SSSC		
Milk composition Day 1-60							
Milk fat %	3.61	3.52	3.88	3.32	3.50	0.10	0.61
Milk protein %	2.71	2.76	2.87	2.69	2.79	0.04	0.70
Lactose %	4.63	4.51	4.55	4.52	4.72	0.04	0.57
Solid not fat %	7.99	7.97	8.16	7.97	8.23	0.07	0.76
TS %	11.69	11.50	12.06	11.33	11.73	0.16	0.71
SCC %	293.35	274.00	72.50	161.75	107.00	42.69	0.40

CS: corn silage, SS: sugarcane silage, SSLP: sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* $1X10^7$ cfu/g, SSLF: sugarcane silage with *Lactobacillus fermentum* $1X10^7$ cfu/g and SSSC: sugarcane silage with *Saccharomyces cerevisiae* $1X10^7$ cfu/g

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของผลผลิตน้ำนมในโครีดนม ที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด (ตาราง 7) พบว่า ราคาน้ำนมดิบเฉลี่ย (บาท/วัน) ช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 1-15 ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSSC กลุ่ม SSLP และกลุ่ม SSLF ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีราคาเท่ากับ 257.97 บาท/วัน, 256.26 บาท/วัน, 238.69 บาท/วัน 235.36 บาท/วัน และ 231.75 บาท/วัน ตามลำดับ ราคาน้ำนมดิบเฉลี่ยช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 16-30 ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีราคาเท่ากับ 236.32 บาท/วัน, 232.81 บาท/วัน, 218.78 บาท/วัน, 218.77 บาท/วัน และ 211.67 บาท/วัน ตามลำดับ ราคาน้ำนมดิบเฉลี่ยช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 31-45 ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSSC และกลุ่ม SSLP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีราคาเท่ากับ 242.44 บาท/วัน, 230.69 บาท/วัน, 222.19 บาท/วัน, 221.47 บาท/วัน และ 217.92 บาท/วัน ตามลำดับ ราคาน้ำนมดิบเฉลี่ยช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 46-60 ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS กลุ่ม CS กลุ่ม SSLF กลุ่ม SSSC และ

กลุ่ม SSLP ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) มีราคาเท่ากับ 240.04 บาท/วัน, 233.04 บาท/วัน, 224.64 บาท/วัน, 220.55 บาท/วัน และ 215.25 บาท/วัน ตามลำดับ

ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/วัน) ในช่วง Day 16 – 30 และ Day 31 – 45 ของกลุ่ม CS และ SSSC มีค่ามากกว่ากลุ่ม SS, SSLP และ SSLF อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01)

ตารางที่ 8 Average Milk prices (Baht / day) of lactating dairy cows fed with different silage types

Item	CS	SS	SSLP	SSLF	SSSC	SEM	P-Value
Milk prices (Baht)							
Day 0 – 15	256.26	257.97	235.36	231.75	238.69	7.41	0.75
Day 16 – 30	232.81	236.32	211.67	218.78	218.77	5.66	0.65
Day 31 – 45	230.69	242.44	217.92	222.19	221.47	6.95	0.84
Day 46 – 60	233.04	240.04	215.25	224.64	220.55	6.76	0.83
Feed cost (Baht)							
Day 0 – 15	104.24^{a}	99.47^{c}	102.94^{b}	102.80^{b}	103.34^{b}	0.39	<0.01
Day 16 – 30	104.26^{a}	98.92^{c}	102.31^{b}	102.11^{b}	104.16^{a}	0.45	<0.01
Day 31 – 45	104.23^{a}	99.14^{c}	102.46^{b}	102.18^{b}	104.28^{a}	0.44	<0.01
Day 46 – 60	104.46^{a}	99.17^{c}	102.43^{ab}	101.20^{bc}	103.45^{ab}	0.52	<0.01
income (Baht)							
Day 0 – 15	152.02	158.50	132.43	128.96	135.35	7.43	0.70
Day 16 – 30	128.56	137.40	109.37	116.67	114.61	5.74	0.57
Day 31 – 45	126.47	143.30	115.46	120.00	117.19	7.04	0.77
Day 46 – 60	128.58	140.87	112.81	123.44	117.11	6.85	0.77

$^{a, b, c, d, e}$ mean within row different superscripts are significantly different (P<0.05)

CS: corn silage, SS: sugarcane silage, SSLP: sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* $1X10^{7}$ cfu/g, SSLF: sugarcane silage with *Lactobacillus fermentum* $1X10^{7}$ cfu/g and SSSC: sugarcane silage with *Saccharomyces cerevisiae* $1X10^{7}$ cfu/g

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 วิจารณ์ผล

การทดลองที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี Nylon bag technique ของอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ

5.1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอ้อยหมักมีโปรตีนต่ำกว่าอ้อยอาหารสัตว์หมักที่ ณัฐพงษ์ หม้อทอง และคณะ (2555) รายงานว่า มีปริมาณโปรตีนหยาบเท่ากับ 6.3% และยังมีค่าต่ำกว่าอ้อยหมักจากรายงานของ Tomoyuki et.al. (2014) ที่รายงานว่า อ้อยหมักที่อายุการตัด 4 เดือน มีโปรตีนหยาบ 14.2% อาจเป็นผลมาจากอายุการตัดของอ้อย เนื่องจากการตัดอ้อยในช่วงอายุ 120–165 วัน พบว่า มีโปรตีนมาก และมีการย่อยได้อยู่ในระดับที่พอเหมาะ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ ใช้อ้อยที่อายุเก็บเกี่ยว 120 วัน มาทำการหมัก จึงทำให้ค่าปริมาณโปรตีนหยาบมีค่าน้อย เช่นเดียวกับรายงานของฉัตรชัย เชื้อผู้ดี และคณะ (2562) ที่พบว่า อ้อยอายุ 12 เดือน ที่นำมาหมักมีปริมาณโปรตีนหยาบ 4.15% อ้อยที่ผ่านกระบวนการหมักยีสต์ *Saccharomyce cerevisiae* เป็นระยะเวลา 7 วัน มีปริมาณโปรตีนหยาบมากขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ วารินทร์ พิมพา และเพ็ญศิริ นภีรงค์ (2555) ที่พบว่ามีคุณค่าทางโภชนะดีขึ้นเพราะมีปริมาณโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้น Sadiq et al. (2014) รายงานว่า ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* เป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีปริมาณโปรตีนภายในเซลล์สูงโดยเฉลี่ยมีประมาณ 47-50% ของน้ำหนักแห้งจึงส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณโปรตีนในการหมักด้วย ในขณะที่มีปริมาณเยื่อใยหยาบลดลง จะเห็นได้ว่ากลุ่ม SSSC มีปริมาณโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม SS, SSLP และ SSLF อาจเนื่องจากกลุ่ม SSSC ได้เสริม *Saccharomyces cerevisiae* ร่วมกับกากน้ำตาลและยูเรีย จึงทำให้อาหารหยาบมีปริมาณโปรตีนที่มากมากขึ้น สอดคล้องกับการรายงานของ รัชนี บัวระภา และพรรณพร กุลมา (2561) ที่พบว่า การเสริม *Saccharomyces cerevisiae* ในฟางข้าวทำให้มีค่าโปรตีนหยาบมากขึ้น

5.1.2 การวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี Nylon bag technique ของอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

ผลการวิเคราะห์การย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี Nylon bag technique ในอัตราการย่อยสลายที่ช่วงเวลาชั่วโมงที่ 0 4 8 12 24 48 และ 72 ค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งของต้นอ้อยหมัก มีค่ามากกว่าทุกกลุ่ม สอดคล้องกับการรายงานของ Bhatt et al. (2016) ที่ กล่าวว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย ส่งผลให้การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย ของกลุ่ม SS มากกว่าทุกกลุ่ม และสอดคล้องกับ ณรกมล เลาห์รอดพันธ์ และคณะ (2564) รายงานว่ากลุ่มที่มีค่าคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย มากส่งผลทำให้มีการย่อยได้มาก อัตราการย่อยสลายที่ช่วงเวลาชั่วโมงที่ 24 ค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งของกลุ่ม

การทดลองที่ 2 การศึกษาปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะ ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบทางเคมีน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของผลผลิตน้ำนมในโครีดนม ที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

5.1.3 การศึกษาปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของโภชนะ ในโครีดนมที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

ผลของปริมาณการได้ของโครีดนมที่ได้รับอาหารข้นร่วมกับอาหารทดลอง 5.33 kgDM/d ปริมาณการกินได้ของโครีดนมที่ได้รับอาหารหยาบ (ฟางข้าว) ร่วมกับต้นข้าวโพดพร้อมฝักหมัก (Corn silage: CS) มากกว่าปริมาณการกินได้ของโครีดนมที่ได้รับอาหารหยาบร่วมกับต้นอ้อยหมัก (Sugarcane silage: SS) ต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus fermentum* (SSLF) ต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* (SSLP) และต้นอ้อยหมักที่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* (SSSC) อาจเป็นเพราะอาหารทดลองในกลุ่ม SS, SSLP, SSLF และ SSSC มีระดับเยื่อใยมาก จึงทำให้อาหารมีความฟ่ามมากกว่าส่งผลต่อความจุในกระเพาะรูเมนโดยเยื่อใยจะไปจำกัดการกินอาหาร ทำให้ปริมาณการกินได้ของโคลดลง NRC (2001) ได้รายงานว่าเยื่อใยในอาหารมากจะส่งผลให้ปริมาณการกินได้ลดลง

ผลของปริมาณการกินได้ที่วัตถุแห้งของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม CS มากกว่าโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS อาหารทดลองกลุ่ม SSLF อาหารทดลองกลุ่ม SSLP และอาหารทดลองกลุ่ม SSSC อาจเป็นเพราะจากอาหารทดลองในกลุ่ม SS, SSLP, SSLF และ SSSC มีระดับเยื่อ

ใยมาก จึงทำให้อาหารมีความฟ่ามมากกว่าส่งผลต่อความจุในกระเพาะรูเมน โดยเยื่อใยจะไปจำกัดการกินอาหาร ทำให้ปริมาณการกินได้ของโคลดลง NRC (2001) ได้รายงานว่าเยื่อใยในอาหารมากจะส่งผลให้ปริมาณการกินได้ลดลง อาจเป็นผลมาจากกลุ่ม CS มีวัตถุแห้งมาก จึงทำให้มีการกินได้ของวัตถุแห้งมาก อย่างไรก็ตามปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งต่อน้ำหนักตัวในโคนมที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มเพียงพอกับความต้องการโภชนะของโคนมที่มีน้ำหนักตัว จำนวนวันที่ให้นม ผลผลิตน้ำนมและเปอร์เซ็นต์ไขมันนม ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับ วัชราภรณ์ สีมูลโท และและวิโรจน์ ภัทรจินดา (2562) รายงานว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของโคจะกินได้มากในสูตรอาหารที่มีความชื้นต่ำมากกว่าสูตรอาหารที่มีความชื้นมาก

ผลของปริมาณการกินได้ที่โปรตีนของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม CS (2.11 กิโลกรัมต่อวัน) มากกว่าโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SSSC (1.97 กิโลกรัมต่อวัน) อาหารทดลองกลุ่ม SSLP (1.31 กิโลกรัมต่อวัน) อาหารทดลองกลุ่ม SSLF (1.27 กิโลกรัมต่อวัน) และอาหารทดลองกลุ่ม SS (0.98 กิโลกรัมต่อวัน) เป็นผลมาจากกลุ่ม CS มีองค์ประกอบทางเคมีของปริมาณโปรตีนหยาบ (9.95 %DM) ที่มากกว่าอาหารทดลองกลุ่มอื่น และให้ยังผลสอดคล้องกับ Belyea et al (1975) ที่ทดลองในโครีดนมที่ให้นมต่างระยะการให้นม มีการให้ข้าวโพดหมักเป็นอาหารทดลอง ในการทดลองของโครีดนมในช่วงระยะการให้นมครั้งแรก มีปริมาณการการกินได้ที่โปรตีน 2.18 kg/day โครีดนมในช่วงระยะการให้นมครั้งที่สอง มีปริมาณการการกินได้ที่โปรตีน 2.04 กิโลกรัมต่อวัน และโครีดนมในช่วงระยะการให้นมครั้งที่สาม มีปริมาณการการกินได้ที่โปรตีน 2.23 กิโลกรัมต่อวัน

5.1.4 ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในโครีดนม ที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด

ผลผลิตน้ำนมช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 1-60 ของโคนมที่ได้รับอาหารหยาบทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผลผลิตน้ำนมอยู่ระหว่าง 11.71-13.16 กิโลกรัมต่อวัน โครีดนมในกลุ่ม SSLP เท่ากับ 11.71 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน มากกว่าการรายงานของ อังคณา หาญบรรจง และคณะ (2549) รายงานว่า การใช้หญ้าเนเปียร์หมักทำให้โคนมมีปริมาณน้ำนมดิบเฉลี่ย 7.28 กิโลกรัมต่อวัน อาจเป็นผลมาจากการใช้อ้อยหมักร่วมกับ *Lactobacillus plantarum* ทำให้เกิดการผลิตกรดโพรพิออนิกมากกว่าแบบไม่ได้ใช้จุลินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ นริสรา คงสุข และคณะ (2563) ได้รายงานว่า หญ้าหมักที่เสริม *Lactobacillus plantarum* มีปริมาณกรดโพรพิ

ออนิกมากกว่าหญ้าหมักกลุ่มที่ไม่เสริม โดยกรดโพรพิโอนิกสามารถเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นแหล่งตั้งต้นในการผลิตน้ำนม ตามการรายงานของ ภัทยา ภาคมฤค และคณะ (2548**)** สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำนมปรับระดับไขมัน (4 %FCM) 60 วัน อาจจะสังเกตได้ว่าปริมาณน้ำนม 4% FCM และ ECM สอดคล้องกับปริมาณการกินได้ของ Nitrogen free extract ของอาหารทดลองกลุ่ม SS (38.31 กิโลกรัมต่อวัน) **(**ตาราง 2) ที่เป็นคาร์โบไฮเดรตที่สามารถย่อยได้ง่าย จึงทำให้สัตว์นำไปใช้ประโยชน์เป็นสารตั้งต้นในการผลิตน้ำนมได้มากขึ้น (Fatma et al., 2011) ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 60 วันของแต่ละกลุ่มมีค่าอยู่ระหว่าง 11.71-13.16 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งมีค่ามากกว่าการรายงานของ ฉลอง วชิราภากร และคณะ (2559) ใช้โคนมพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน จำนวนวันที่ให้ เฉลี่ย 77±21 วัน ที่มีปริมาณน้ำนมเฉลี่ยอยู่ที่ 10.3 – 11.3 กิโลกรัมต่อวัน เป็นผลมาจากฉลอง วชิราภากร และคณะ (2559) มีสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นเท่ากับ 40:60 เมื่อเทียบกับการทดลองที่มีสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นเท่ากับ 45.11:54.89 จึงทำให้มีปริมาณน้ำนมมากกว่าการทดลองของ ฉลอง วชิราภากร และคณะ (2559)

องค์ประกอบน้ำนม ได้แก่ ไขมันนม โปรตีนนม น้ำตาลแลคโตส ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด ของโคนมที่ได้รับอาหารหยาบทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 6) ในขณะที่ไขมันนมเฉลี่ย 60 วัน ของกลุ่ม SSLP เท่ากับ 3.88**%** มีค่ามากกว่าทุกกลุ่มมีค่ามากกว่าการรายงานของณัฐพงษ์ หม้อทอง และคณะ (2555) ที่รายงานว่าโคนมที่ให้อาหารหยาบด้วยอ้อยที่มีอายุตัด 210 วันหมัก มีปริมาณไขมันนมเท่ากับ 3.7**%** อาจเป็นเพราะว่าการเสริม *Lactobacillus plantarum* ทำให้มีกรดแลคติกมากขึ้น (Ping et al., 2016) ซึ่ง *Lactobacillus plantarum* เป็นแบคทีเรียในกลุ่ม Facultative heterofermentative lactic acid bacteria นอกจากจะสามารถผลิตกรดแลกติกแล้วยังสามารถเปลี่ยนกรดแลกติกเป็นกรดอะซิติกได้ (Arriola et al., 2011) จึงอาจจะส่งผลให้ปริมาณไขมันนมมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำนมของโคสอดคล้องกับตารางปริมาณน้ำนมที่กล่าวถึงในตาราง 5 ที่โคสามารถใช้คาร์โบไฮเดรตที่สามารถย่อยได้ง่าย ในการเปลี่ยนไปเป็นผลผลิตได้

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของผลผลิตน้ำนมในโครีดนม ที่ได้รับอ้อยหมักที่เสริมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิด ในช่วงระยะเวลาทดลองวันที่ 1-60 ของโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม SS มากกว่าโครีดนมที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่ม CS อาหารทดลองกลุ่ม SSSC อาหารทดลองกลุ่ม SSLP และอาหารทดลองกลุ่ม SSLF โดยเกณฑ์ราคารับซื้อน้ำนมดิบของสหกรณ์โคนมการเกษตรไชยปราการ จำกัด ณ เดือนเมษายน 2564 ได้กำหนดราคารับซื้อน้ำนมดิบดังนี้ เกรด 1 มากกว่า 6 ชั่วโมง ให้ราคา 18.50 บาท/กิโลกรัม เกรด 2 มากกว่า 5-6 ชั่วโมง ให้ราคา 18.20 บาท/กิโลกรัม

ราคาคุณภาพตามปริมาณของไขมัน มากกว่า 8.50 เพิ่ม 0.20 บาท/กิโลกรัม สังเกตุได้ว่าราคารับซื้อน้ำนมดิบในกลุ่ม SS มีราคารับซื้อมากกว่ากลุ่มอื่นแต่ไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากเกณฑ์ราคาการให้น้ำนมดิบที่ทางสหกรณ์จะกำหนดเกณฑ์ในการรับซื้อน้ำนมดิบจากการตรวจสอบปริมาณไขมันนมโดยแปรผันตรงกับปริมาณน้ำนม และปริมาณ 4% FCM ที่มีปริมาณมากกว่ากลุ่มอื่นแต่ไม่มีความแตกต่างกัน ทำให้การคำนวณราคารับซื้อน้ำนมดิบต่อกิโลกรัมเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย เป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ ภรภัทร ไชยสมบัติ และคณะ (2561) รายงานว่าเมื่อปริมาณน้ำนมเฉลี่ย(กิโลกรัม)/ตัว/วัน เพิ่มมากขึ้นมีแนวโน้มที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง

ค่าอาหารในช่วง Day 16 – 30 และ Day 31 – 45 ของกลุ่ม CS และ SSSC มีค่ามากกว่ากลุ่ม SS, SSLP และ SSLF อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เนื่องจากกลุ่ม CS มีปริมาณการกินได้ที่มากกว่าทุกกลุ่ม และราคาของต้นข้าวโพดหมักมีราคาอยู่ที่ 1.80 บาท/กิโลกรัม จึงมีผลทำให้มีราคาค่าอาหารที่มากกว่ากลุ่มอื่น และในกลุ่มของ SSSC มีส่วนผสมของยีสต์ กากน้ำตาล และยูเรีย ซึ่งคิดเป็นราคาเท่ากับ 1.82 บาท/กิโลกรัม เป็นผลทำให้กลุ่มของ SSSC มีราคาอาหารที่มากกว่ากลุ่ม SS, SSLP และ SSLF กำไรของกลุ่ม SS มีกำไรมากกว่าทุกกลุ่มแต่ไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากต้นทุนของอาหารหยาบของกลุ่ม SS ต่ำกว่าทุกกลุ่ม (SS เท่ากับ 1.5 บาทต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบกับ CS เท่ากับ 1.8 บาทต่อกิโลกรัม, SSLP เท่ากับ 1.72 บาทต่อกิโลกรัม, SSLF เท่ากับ 1.72 บาทต่อกิโลกรัม และ SSSC เท่ากับ 1.82 บาทต่อกิโลกรัม) ส่งผลให้กลุ่ม SS เมื่อปริมาณการกินได้ลบค่าอาหารทำให้มีกำไรมากกว่า

5.2 สรุปผลการวิจัย

อ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์ทุกชนิดมีปริมาณโปรตีนและความชื้นมากกว่า อ้อยหมักแบบไม่เสริมเชื้อจุลินทรีย์ แต่ค่าโภชนะอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน ปริมาณน้ำนม ปริมาณน้ำนมปรับระดับไขมัน (4% FCM) และปริมาณน้ำนมที่ปรับระดับพลังงาน (ECM) ในด้านคุณภาพน้ำนม ปริมาณไขมันนม โปรตีนน้ำนม แล็กโตส ของแข็งในน้ำนม และปริมาณโซมาติกเซลล์ของแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ผลกำไรตอบแทนพบว่าไม่แตกต่างกัน แต่ต้นทุนค่าอาหารของกลุ่มที่ใช้อ้อยหมักต่ำกว่า ทุกกลุ่มการทดลอง จึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้อ้อยหมักหรืออ้อยหมักเชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้ทดแทนต้นข้าวโพดหมักในการเลี้ยงโคนมได้โดยไม่ส่งผลเสีย ต่อประสิทธิภาพการผลิต และการใช้อ้อยหมักยังสามารถลดต้นทุนค่าอาหารหยาบได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. (2565). คู่มือการปรับปรุงพันธุ์อ้อย (เอกสารวิชาการ). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

จันทกานต์ อรณนันท์. (2547). กระบวนการผลิตพืชอาหารสัตว์และการปรุงแต่ง. *ข่าวพืชอาหารสัตว์, 7*(1), 11-19.

ฉลอง วชิราภากร, จันนทิรา วงศ์เณร, อนุสรณ์ เชิดทอง, และกันยา พลแสน. (2559). ผลของกากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณการกินได้การย่อยได้ ผลผลิต และองค์ประกอบน้ำนมในโคให้นม. *วารสารเกษตร, 32*(2), 247-259.

ฉัตรชัย เชื้อผู้ดี วันดี ทาตระกูล ประวิทย์ ห่านใต้ ทศพร อินเจริญ และณรกมล เลาห์รอดพันธ์. (2562). ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของโคลูกผสมชาร์โรเลส์ที่ได้รับอาหารหยาบจากเปลือกและซังข้าวโพด และอ้อยหมัก. *วารสารแก่นเกษตร, 47*(1), 147-152.

ณรกมล เลาห์รอดพันธ์ วิโรจน์ ลิขิตตระกูลวงศ์ ทศพร อินเจริญ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ และสิริวดี พรหมน้อย. (2564). การใช้เปลือกกล้วยหมักร่วมกับลูกแป้งและมันเส้นต่อการย่อยได้ของโภชนะและค่าชีวเคมีของเลือดในแพะเนื้อ. *วารสารเกษตร, 37*(3), 265-275.

ณัฐพงษ์ หม้อทอง วิโรจน์ ภัทรจินดา และศิวัช สังข์ศรีทวงษ์. (2555). ผลของอ้อยอาหารสัตว์หมักที่มีอายุการตัดต่างกันเพื่อทดแทน ข้าวโพดหมักต่อการให้ผลผลิตของโคนม. *วารสารแก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ), 40*(2), 133-136.

ทัศนีย์ อภิชาติสรางกูร และเทิดชัย เวียรศิลป์. (2530). การผ่าตัดใส่ท่อ Rumen Fistula ในวัวนมโดยวิธีการผ่าตัดครั้งเดียว (One Stage Operation). *เวชสารสัตวแพทย์, 17*(15), 349-355.

ธิดารัตน์ กันฮะ อิทธิพล เผ่าไพศาล และกฤตพล สมมาตย์. (2558). อิทธิพลของอายุตัดเก็บเกี่ยวหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต่อองค์ประกอบทางเคมี ความสามารถในการย่อยได้ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากกระเพาะหมักของโคเนื้อ. *วารสารแก่นเกษตร, 3*(3), 565-572.

นริสรา คงสุข ศิวัช สังข์ศรีทวงษ์ เวทชัย เปล่งวิทยา กิตติมา กองทอง และเสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ. (2563). ผลของการเสริม *Lactobacillus plantarum* BCC 65951 ต่อคุณภาพการหมักของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก โดยวิธีวัดแก๊สในห้องปฏิบัติการ และการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน. *วารสารเกษตร, 36*(1), 145-153.

นริสรา คงสุข เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ และศิวัช สังข์ศรีทวงษ์. (2560). การย่อยสลายของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเสริม *Lactobacillus plantarum* BCC 65951 ที่อายุการหมักต่าง ๆ ในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อพื้นเมือง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (ฉบับพิเศษ), 48*(2), 108-117.

พระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาล พ.ศ. 2527. (27 กรกฎาคม พ.ศ. 2527). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 134 ตอนที่ 18 ก, หน้า 1.

แพรวพรรณ เครือมังกร วรรณา อ่างทอง รำไพร นามสีลี และจันทกาน อรณนันท์. (2556). *การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าเนเปียร์แคระในโคเนื้อ* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์.

ภรภัทร ไชยสมบัติ นราวุธ ระพันธ์คำ เฉลิมโรจน์ ชัยสิทธิพัฒนา และชนกนันท์ ศรีลาพัฒน์. (2561). แนวทางลดต้นทุนในการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรสมาชิกสหกรณ์โคนมภูพานสกลนคร จำกัด. *วารสารบัณฑิตศึกษา, 15*(71), 14-22.

ภัทยา นาปะเสริฐ. (2560). *การถนอมพืชอาหารสัตว์*. เอกสารประกอบการสอน รายวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชอาหารสัตว์, อุดรธานี: คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

ภัทยา ภาคมฤค ฉลอง วชิราภากร เมธา วรรณพัฒน์ และภาวดี ภัคดี. (2548). ผลของระดับโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปโดยใช้ซังข้าวโพดร่วมกับฟางข้าวเพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบ ต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโครีดนม. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 5*(2), 11-22.

รัชนี บัวระภา และพรรณพร กุลมา. (2561). ผลของยีสต์ *Saccharomyces cerevisae* ต่อคุณค่าทางโภชนะ และคุณภาพของฟางข้าวหมัก. *วารสารแก่นเกษตร, 46*(5), 947-954.

วัชราภรณ์ สีมูลโท และวิโรจน์ ภัทรจินดา. (2562). ผลของระดับความชื้นและเยื่อใยในอาหารสูตรรวมโคนมต่อผลผลิต และองค์ประกอบน้ำนม. *วารสารแก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ), 47*(2), 263-268.

วารินทร์ พิมพา และเพ็ญศิริ นภีรงค์. (2555). *การพัฒนากระบวนการหมักชานอ้อยด้วยจุลินทรีย์ผสมเพื่อใช้เสริมในอาหารไก่* (รายงานผลการวิจัย). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เวทชัย เปล่งวิทยา. (2558). *การใช้ต้นเชื้อบริสุทธิ์เพื่อผลิตพืชอาหารสัตว์หมัก (silage)*. เอกสารประกอบการอบรมเรื่องเทคโนโลยีการใช้ต้นเชื้อบริสุทธิ์เพื่อผลิตพืชอาหารสัตว์หมัก (ไซเลจ), สระบุรี: องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย.

สมใจ ศิริโภค. (2537). *เทคโนโลยีการหมัก*. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. (2566). รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต 2565/66. สืบค้น 29 สิงหาคม 2566, จาก https://www.ocsb.go.th/2023/reports-articles/area-yield/21623/

อังคณา หาญบรรจง เพ็ญแข วันไชยธนวงศ์ สุนีย์ นิธิสินประเสริฐ และสมจิตร ถนอมวงศ์วัฒนะ. (2549). ผลของหญ้าสดและหญ้าหมักชนิดต่าง ๆ ต่อการให้ผลผลิต น้ำนมของโคนม.ใน อังคณา หาญบรรจง เพ็ญแข วันไชยธนวงศ์ สุนีย์ นิธิสินประเสริฐ และสมจิตร ถนอมวงศ์วัฒนะ (บ.ก.), *เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์*. (น. 89-97). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

A. O. A. C. (2000). Official Method of Analysis of AOAC International. 17th Edition. The Association of Official Analytical Chemists, Virginia.

Alfenore, S., Cameleyre, X., Benbadis, L., Bideaux, C., Uribelarrea, J. - L., Goma, G., Molina-Jouve, C., & Guillouet, S. E. (2004). Aeration strategy: A need for very high ethanol performance in *Saccharomyces cerevisiae* fed-batch process. *Applied Microbiology and Biotechnology, 63*, 537–540.

Andrietta, M. G. S., Andrietta, S. R., Steckelbergm, C., & Stupiellom, E. N. A. (2007). Bioethanol—Brazil, 30 years of Proálcool. *International Sugar Journal - Discontinued, 109*, 195–200.

Aragon, Y. A., Jatkauskas, J., & Vrotniakiene, V. (2012). The Effect of a Silage Inoculanton Silage Quality, Aerobic Stability, and Meat Production on Farm Scale. *ISRN Veterinary Science, 12*, 1-6.

Arriola, K. G., Kim, S. C., & Adesogan, A. T. (2011). Effect of applying inoculants with heterolactic or homolactic and heterolactic bacteria on the fermentation and quality of corn silage. *Journal of Dairy Science, 94*(3), 1511-1516.

Belyea, R. L., Coppock, C. E., Merrill, W. G., & Slack, S. T. (1965). Effects of silage based diets on feed intake, milk production, and body weight of dairy cows. *Journal of Dairy Science, 58(9),* 1328-1335.

Bhatt, R. S., Sahoo, A., Karim, S. A., & Agrawal, A. R. (2016). Effects of calcium soap of rice bran oil fatty acids supplementation alone and with DL-alpha-tocopherol acetate in lamb diets on performance, digestibility, ruminal parameters and meat quality. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 100*(3), 578-589.

Carvalho, B. F., Ávila, C. L. S., Pinto, J. C., Neri, J., & Schwana, R. F. (2014). Microbiological and chemical profile of sugar cane silage fermentation inoculated with wild strains of lactic acid bacteria. *Animal Feed Science and Technology, 195*,1-13.

Carvalho, R. S., Cruz, I. A., Pinê Américo-Pinheiro, J. H., Soriano, R. N., de Souza, R. L., Bilal, M., Iqbal, H. M. N., Bharagava, R. N., & Ferreira, L. F. R. (2020). Interaction between Saccharomyces cerevisiae and Lactobacillus fermentum during co - culture fermentation. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 29*, 101756.

Casey, G. P., & Ingledew, W. M. (1986). Ethanol tolerance in yeasts. *CRC Critical Reviews in Microbiology, 13*, 219–280.

Fatma, M. S., Salama, R., Khattab, A. E., Soliman, S. M. & El-Nomeary, Y. A. (2011). Chemical, biological and biochemical treatments to improve the nutritive values of sugarcane bagasse (SCB): 1- Chemical composition, scanning electron microscopy, *In Vitro* evaluation, nutrients digestibility and nitrogen utilization of untreated or treated SCB. *Life Science Journal, 8*(4), 351-363.

Goering, H.K. & Van Soest, P.J. (1970) *Forage Fiber Analysis*: Apparatus, Reagents, Pocedures and some Applications. USDA-ARS Agricultural Handbook 379, Washington DC.

Gunun, N., Wanapat, W. & Gunun, P., Cherdthong, A., Khejornsart, P., & Kang, S. (2016). Effect of treating sugarcane bagasse with urea and calcium hydroxide on feed intake, digestibility, and rumen fermentation in beef cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 48,1123–1128.

Jalc, D., Laukova, A., Simonová, M. P., Varadyova, Z., & Homolka, P. (2009). The use of bacterial inoculants for grass silage: Their effects on nutrient composition and fermentation parameters in grass silages. *Czech Journal of Animal Science*, 54(2), 83-90.

Kawashima, T., Sumamal, W., Pholsan, P., Chaithiang, R., Boonpakdee, W., Kuriharh, M., & Shibata, M. (2002). Feeding Value of Sugarcane Stalk for Cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 15*(1), 55-60.

Kristensen, N. B., Sloth, K. H., Hojberg, O., Spliid, N. H., Jensen, C., & Thogersen, R. (2010). Effects of microbial inoculants on corn silage fermentation, microbial contents, aerobic stability, and milk production under field conditions. *Journal of Dairy Science, 93,* 3764-3774.

Kuehl, R. O. (1994). Statistical Principles of Research Design and Analysis. Wadsworth Publishing Company Belmont, California. 686 p.

Lombardi, C. T., Fontesa, C. A. A., Rocha,T. C., Processi, E. F., Bendiaa, L. C. R., Filho, C. C. S., Oliveira, R. L., & Bezerrac, L. R. (2016). Growth performance, body composition, carcass traits and meat quality of young Nellore bulls fed freshly cut or ensiled sugar cane. *Animal Feed Science and Technology*, 219, 102–110.

Montanez-valdez, O. D., Reyes-Gutiérrez, J. A., & Salem A. Z. M. (2013). Rumen dry matter degradability of fresh and ensiled sugarcane. *African Journal of Biotechnology, 12*(19), 2743-2747.

N.R.C. (2001). *Nutrient Requirements for Dairy Cattle*. 7th Revised Edition, The National Academies Press, Washington, DC.

Oboh, G., Ademosun, A. O., & Lajide, L. (2012). Improvement of the nutritive value and antioxidant properties of citrus peels through *Saccharomyces cerevisae* solid substrate fermentation for utilization in livestock feed Livestock. *Research for Rural Development, 24*(1), 1-11.

Ping, L., Qing G., & Qingqing, Z. (2016). Complete genome sequence of *Lactobacillus plantarum* LZ206, a potential probiotic strain with antimicrobial activity against food-borne pathogenic microorganisms. *Journal of Biotechnology, 239*, 52-55.

Roman, J., Jobim. C. C., de Resende, F. D., Siqueira, G. R., de Faria M. H., & de Oliveira Neto, R. A. (2011). Performance of finishing beef cattle fed different diets containing whole-crop maize silage or sugarcane silage. *Revista Brasileira de Zootecnia, 40*(3), 682-689.

Sadiq, A., Zeeshan, K., Bashir, A., Ibrar, K., & Javid, A. (2014). Production of single cell protein from orange peels using aspergillus niger and *Saccharomyces cerevisiae*. *Global Journal of Biotechnology and Biochemistry, 9,* 14-18.

Seglar, B. (2003). *Fermentation Analysis and Silage Quality Testing*. 2nd Avenue. Global Agronomy and Nutritional Sciences Pioneer Hi-Bred International, USA.

Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1980). *Principals an procedures of statistics*. New York: Mc Graw-Hill.

Tomoyuki, S., Takeo, S., Mitsuru, K., Yuko, K., Ikuo, H., Kenzi, S., Takayoshi, T., & Masahito, T. (2014). Feeding of sugarcane silage to Holstein cows. *Japan Agricultural Research Quarterly, 48*(2),183-193

Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University, USA. 476 pp.

Weinberg, Z. G., Ashbell, G., Azrieli A. & Brukental, I. (1993). Ensiling peas, ryegrass and wheat with additives of lactic acid bacteria and cell wall degrading enzymes. *Grass and Forage Science, 48*, 70-78.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. **วิธี** Proximate analysis นำตัวอย่างไปอบแห้งโดยอบที่อุณหภูมิ 60 ºC เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนกระทั่งมีน้ำหนักคงที่ แล้วนำตัวอย่างมาบด หลังจากนั้นแบ่งวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี (AOAC, 2000)

- การวิเคราะห์ปริมาณวัตถุแห้งและเถ้า

นำตัวอย่างอาหารประมาณ 3 กรัม ใส่ถ้วยนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 ºC อบประมาณ 4 ชั่วโมง นำออกใส่ในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น เป็นเวลาอย่างน้อย 45 นาทีหรือจนกว่าจะเย็น ชั่งน้ำหนักอีกครั้งน้ำหนักที่ได้ คือน้ำหนักของของวัตถุแห้ง (DM) แล้วนำตัวอย่างอาหารไปเผาไล่ควัน จนควันหมด แล้วจึงเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 ºC เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำออกมาใส่ไว้ในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักอีกครั้งจะได้น้ำหนักเถ้า (Ash)

- การวิเคราะห์โปรตีนหยาบ

ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl method โดยชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง ใส่ Bumping glass 2 เม็ด ใส่ catalase 10 กรัม จากนั้นใส่กรด Sulfuric 20 มิลลิลิตร นำไปต้มบนเครื่องย่อย 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำลงไปชะกรด จากนั้นทำการกลั่น ที่ปลาย Condenser จุ่มบีคเกอร์ที่มีกรด Boric 4% และ Indicator 2 หยด เมื่อครบ 200 มิลลิลิตร นำไปไตเตรทด้วยกรด HCl จนเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู แล้วสังเกตแผงสเกล ก็จะทราบถึงจำนวนกรดที่ทำปฏิกิริยา ก็จะสามารถคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนได้เมื่อคูณด้วยแฟคเตอร์ 6.25 ก็จะได้ค่าโปรตีนหยาบ

ภาพที่ 17 การวิเคราะห์โปรตีนหยาบ

- การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 3 กรัม ห่อใส่กระดาษกรองน้ำตาลแล้วใส่ลงใน Extraction thimble ต่ออุปกรณ์สกัดไขมัน เติม Dichloromethane 170 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลมที่มีเม็ดกันเดือดอยู่ 3 เม็ด ใช้เวลากลั่นประมาณ 16 ชั่วโมงหรือจนกว่าไขมันถูกชะจาก Thimble ลงขวดก้นกลมหมดแล้ว เอา Thimble ออกกลั่นจนกว่า Dichloromethane อยู่บนหลอดจนเกือบหมด เทไว้ใช้ครั้งใหม่ ส่วนที่เหลือในขวดก้นกลมเป็นไขมันที่สกัดได้ แล้วเอาไปอบ 100 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหลังกลั่นคือ ปริมาณไขมัน

ภาพที่ 18 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

อภิธานศัพท์

อภิธานศัพท์

4% FCM	=	4% Fat corrected milk
ADF	=	Acid detergent fiber
CF	=	Crude fiber
CFU/g	=	Colony forming unit/gram
CP	=	Crude protein
CRD	=	Completely randomized design
CS	=	Corn silage
CWC	=	Cell Wall Constituents
DM	=	Dry matter
ECM	=	Energy-corrected milk
EE	=	Ether extract
LAB	=	Lactic acid bacteria
LF	=	*Lactobacillus fermentum*
LP	=	*Lactobacillus plantarum*
NaCl	=	Sodium Chloride
NDF	=	Neutral detergent fiber
NFE	=	Nitrogen free extract
SC	=	*Saccharomyces cerevisiae*
SS	=	Sugarcane silage
TMR	=	Total mixed ration

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นายธนโชติ ทองย้อย
วัน เดือน ปี เกิด	4 พฤษภาคม 2540
ที่อยู่ปัจจุบัน	72 หมู่ 3 ตำบล วังสำโรง อำเภอ ตะพานหิน จังหวัด พิจิตร 66110
ที่ทำงานปัจจุบัน	-
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	-
ประสบการณ์การทำงาน	Sc. B. (Animal Science) มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ประวัติการศึกษา	-
ผลงานตีพิมพ์	-
รางวัลที่ได้รับ	-